

Evaluación de Alternativas de Manejo de  
Plutella xylostella L., en el Cultivo de  
Repollo (Brassica oleacea var.  
Capitata) en Honduras

LIBRO:	1522
FECHA:	23/01/91
ENCARGADO:	CAEGAS

P O R

*Murwin Donald Mora Padilla*

## TESIS

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION  
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras  
Abril, 1990

BIBLIOTECA WILSON POPEL  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 93  
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

Todo el esfuerzo invertido para la elaboración de este trabajo deseo dedicarlo:

Al Dios todopoderoso.

A mis padres: María Teresa de Mora y Jose A. Mora.

A mis hermanos: Mauricio, Alejandro, Juan Carlos y Pedro Lenin (Q.D.D.G.).

A Angélica Barrios.

A mi tío Manuel Mora.

BIBLIOTECA WILSON FORNDE  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
APARTADO 52  
TEGUIGALPA HONDURAS

## AGRADECIMIENTOS

Agradesco al Dios todopoderoso por iluminar mis pasos, para lograr mi carrera.

Al comité de profesoras, por la asesoría prestada en la elaboración de esta tesis.

A todo el Personal del Departamento de Protección Vegetal, por su amistad y colaboración: A Estuardo Sacaira por sus aportes para la realización de este estudio. A Margaret Vamosy y Alfredo Montes por su valiosa ayuda. Al Dr. Keith Andrews por sus consejos y apoyo. A Reynaldo Sánchez Mario Ardón y Mario Bustamante, por sus consejos y asesoría. A Darlan Matute, Juan Manuel García, Oscar Ortiz y Ana Acosta por su apoyo logístico. A las secretarias Yadira Barahona, Doris Rubio, Aleida Cruz, y Carmen Ortiz.

A los Productores de la localidad de San Juan del Rancho: Paulino Ponce, Donato Ponce, Alberto Salgado, Virgilio Salgado, Silvio Salgado, Alejandro Salgado, Ramón Salgado Por sus valiosos aportes para la ejecución de este estudio.

A mis compañeros: Ramiro Moncada, Jaime Vega, Alex Leiva, por su compañía en todo momento.

## INDICE GENERAL

	Pag
I. INTRODUCCION .....	1
II. REVISION DE LITERATURA .....	5
III. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE LA EAP Y EL RANCHO	25
IV. CONTROL NATURAL.....	26
V. CONTROL QUÍMICO.....	46
VI. CONTROL CULTURAL.....	75
VII. CONTROL FITOGENETICO.....	86
VIII. CONCLUSIONES GENERALES.....	105
IX. RECOMENDACIONES.....	107
X. RESUMEN.....	108
XI. CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
XI ANEXOS.....	118

## INDICE DE FIGURAS

		Pg
Figura IV-1	Efecto de la temperatura en la duración del ciclo de la PDD.....	34
Figura IV-2	Duración de los estadios huevo, pupa y larva expresados en 100%.....	37
Figura IV-3	Relación entre la dinámica de PDD y los factores de clima. (A) Relación con el factor de temperatura (máxima y mínima) (B) Relación con el factor de lluvia... ..	42
Figura V-1	Eficacia de 7 insecticidas en el control de PDD en la localidad de el Rancho, utilizando la formula Abbot.....	56
Figura V-2	Efecto de 7 insecticidas en la calidad de repollos cosechados.....	58
Figura V-3	Relación entre la eficacia de siete insecticidas y su precio de costo.....	61
Figura VI-1	Mapa de campo para la evaluación del efecto del riego aéreo para el control de la PDD, en la EAP.....	77
Figura VI-2	Efecto de 3 tratamientos en el control de la PDD en la EAP.....	82
Figura VII-1	Dinámica de PDD en 3 grupos de líneas de repollo en el verano de 1988 en la EAP.....	97
Figura VII-2	Dinámica de PDD en 3 grupos de líneas de repollo en el invierno de 1988 en la EAP.....	98
Figura VII-3	Dinámica de PDD en 3 grupos de líneas de repollo en el verano de 1989 en la EAP.....	99

## INDICE DE CUADROS

Cuadro IV-1	Duración del ciclo de vida de la PDD a 4 temperaturas constantes y una temperatura ambiente bajo condiciones de laboratorio.....	36
Cuadro IV-2	Relación entre la incidencia de PDD y la etapa de desarrollo del cultivo observada en 14 ciclos de producción en parcelas sin aplicación de insecticida en 3 localidades de Francisco Morazán.....	39
Cuadro V-1	Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de 7 insecticidas para el control de la PDD, en la localidad de El Rancho.....	49
Cuadro V-2	Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de 3 insecticidas químicos y 1 biológico para el control de la PDD, en las localidades de la EAP y El Rancho.....	52
Cuadro V-3	Número de larvas por planta de PDD observadas a través de 8 muestreos en la localidad de El Rancho.....	55
Cuadro V-4	Costo de los productos aplicados en la evaluación de 7 insecticidas en la localidad de El Rancho.....	59
Cuadro V-5	Número total de larvas por planta de PDD observadas en 8 muestreos en las localidades de la EAP y El Rancho, en los cultivos Izalco y Green Boy.....	65
Cuadro V-6	Promedio total de larvas por planta de PDD que se observaron en los tratamientos rotados y sin rotar.....	67
Cuadro V-7	Efecto de los insecticidas en la calidad del repollo cosechado en la EAP y en El Rancho, 1988.....	69

Cuadro V-8	Rendimiento del repollo expresado en kg y considerando una población de 35,000 plantas/ha.....	70
Cuadro V-9	Costo de los productos aplicados en la evaluación de 4 insecticidas con precios aproximados para una hectárea.....	71
Cuadro V-10	Análisis comparativo del costo de los tratamientos con y sin rotación.....	73
Cuadro VI-1	Número de larvas por planta de PDD observadas durante 16 fechas de muestreo en la evaluación aéreo aplicado al atardecer en la EAP.....	80
Cuadro VI-2	Resultados de peso por cabeza y calidad observados al momento de la cosecha....	83
Cuadro VI-3	Número de aplicaciones realizadas en los tratamientos que incluyeron insecticida.	84
Cuadro VII-1	Fechas de siembra, transplante y cosecha de 3 ensayos de líneas resistentes a PDD en la EAP.....	90
Cuadro VII-2	Porcentajes de germinación para las líneas y cultivares en 3 épocas de siembra, en la EAP.....	92
Cuadro VII-3	Promedio de larvas de PDD por planta de PDD observadas durante el ciclo de verano de 1988.....	94
Cuadro VII-4	Promedio de larvas de PDD por planta de PDD observadas durante el ciclo de invierno de 988.....	95
Cuadro VII-5	Promedio de larvas de PDD por planta de PDD observadas durante el ciclo de verano de 1989.....	96
Cuadro VII-6	Daño por PDD a 3 grupos de líneas de repollo, evaluado a 70 dds y a la cosecha en 3 épocas de siembra en la EAP...	101
Cuadro VII-7	Opinión de 17 productores de repollo respecto a 9 criterios evaluados en repollos con culidades de brillo.....	102

## INDICE DE ANEXOS

- Anexo 1 Escala Chalfant para determinar daño por defoliación, para evaluar calidad de las cabezas de repollo
- Anexo 2 Daño por PDD evaluado a 70 dds y a la cosecha, para 3 épocas de siembra

## I. INTRODUCCION

El repollo (Brassica oleracea var. capitata) en Centroamérica es un alimento muy típico y de alto consumo popular, principalmente como producto fresco, por ser altamente perecedero y por la dificultad de su industrialización (Secaira y Andrews, 1987).

La producción de esta hortaliza ha estado limitada considerablemente por la Palomilla Dorso de Diamante (PDD) Plutella xylostella L. (Lepidoptera: Plutellidae), plaga entomológica más importante en la producción de crucíferas a nivel mundial (Harcourt, 1957; Lim, 1988; Talekar, 1985; Salinas, 1977). En la región tropical la incidencia de este insecto ha adquirido mayor significación particularmente por ser propicias las condiciones para su efectivo establecimiento (Shelton et. al., 1988).

El control de la PDD hasta ahora ha sido muy controversial principalmente por estar ligado a un uso intensivo de productos químicos. El uso de insecticidas específicamente los órgano-sintéticos, ha demostrado ser la técnica más efectiva para ejercer control inmediato de la plaga. Sin embargo como consecuencia de su amplio uso, se han

Ante estas consecuencias provocadas por el manejo inadecuado de la PDD, en Honduras y otros países de la región, se hace necesario prestar mayor atención en aquellas tácticas de control que permitan la obtención de una producción económicamente aceptable y ecológicamente sostenible.

Para desarrollar esta idea, se llevó a cabo una investigación con el objeto de evaluar alternativas de manejo de PDD, que contribuyan a minimizar el uso de los productos químicos en la producción de repollo, y a la vez, generar recomendaciones que sean aplicables para las condiciones del pequeño y mediano productor de la región. En el presente trabajo de tesis se hace una descripción de la metodología, resultados y conclusiones de las investigaciones realizadas, agrupadas en los siguientes capítulos: Control Natural, Control químico, Control Cultural y Control Fitogenético.

#### Control Natural

Este capítulo incluye:

- Un estudio en laboratorio donde se evaluó el efecto de la temperatura en la duración del ciclo de vida de la PDD.
- Un análisis de los resultados obtenidos en 14 evaluaciones de ciclos de cultivo de parcelas usadas como testigo en diferentes tipos de investigaciones y

evaluadas bajo condiciones de producción sin aplicación de insecticidas, con la idea de evaluar la relación entre la dinámica poblacional de la plaga y la edad del cultivo.

- Los resultados de 3 ensayos en los que se evaluó la dinámica de PDD para relacionarla con los factores climáticos de precipitación y temperatura, con la idea de formular una hipótesis sobre tendencias de la población por efecto de dichos factores.

#### Control Químico

Este capítulo incluye:

- La evaluación de 7 insecticidas para el control de PDD.
- Los resultados de un prueba de 3 insecticidas químicos y uno biológico, con la idea de minimizar el uso de los químicos a través de rotaciones con el biológico.

#### Control Cultural

Este capítulo incluye:

- Evaluación del efecto del riego aéreo aplicado al atardecer sobre la dinámica de PDD, comparado con alternativas de riego aéreo más insecticida y uso de insecticida solo.

#### Control Fitogenético

Este capítulo incluye:

- El resultado de 3 evaluaciones realizadas durante el verano e invierno de 1988 y el verano de 1989 para determinar la resistencia a PDD en líneas de repollo desarrolladas por

la Universidad de Cornell, incluyendo para ello, 2 cultivares de uso local.

Hasta hoy en día el control químico sigue siendo la alternativa más confiable para los productores y difícilmente será sustituida por otra de menos efectividad. Sin embargo la implementación de un programa de manejo integrado podría combinar satisfactoriamente el uso de factores naturales, con otras alternativas de control que eventualmente podrían disminuir los riesgos a los que se expone el agricultor. La utilización de tal sistema resultaría en un incremento del ingreso para el agricultor, permitiría proveer al consumidor un producto libre de residuos tóxicos y con menos daño por plagas, y aseguraría menor deterioro para el ecosistema.

## II. REVISION DE LITERATURA

### A. El Cultivo de Repollo

El cultivo de repollo es una de las hortalizas más populares que se cultivan en Centroamérica. Originario del Asia menor (Sturtevant, 1919), fue introducido a América por el Canadá en 1741, por el explorador Jacques Cartier (Dickson y Wallace, 1986).

En Honduras se considera la principal hortaliza de consumo fresco. Su alto consumo da más significancia a su aporte nutricional (Frisce, 1987). Se cultiva desde los 300 hasta 2400 msnm y a temperaturas entre 14 y 18°C. Su ciclo es anual para cosecha, o bi-anual para producción de semilla (Huwe, 1972).

Datos recopilados por MIP-CATIE (sin publicar) revelan que "en Centroamérica aproximadamente se cultivan 4,600 hectáreas anuales de repollo, con una producción de 57,000 TM, para un ingreso aproximado de 8 millones de dólares, con una variación en los costos de producción atribuidos a la zona y al sistema de control de plagas utilizado."

Los requerimientos nutricionales del cultivo son muy altos principalmente en nitrógeno, fósforo y calcio. Las deficiencias así como los excesos causan desórdenes fisiológicos los cuales reducen la calidad del cultivo y aumentan la susceptibilidad a las plagas (Holla, 1988).

En centroamérica la producción de repollo se lleva a cabo

por pequeños y medianos productores, provistos de recursos limitados (Blanco, 1987). Secaira y Barletta, (1987) indicaron que la mayoría de los terrenos destinados a la producción de repollo son de topografía quebrada o laderas y generalmente próximas a las zonas urbanas donde se comercializa el producto. En la zonas de mayor producción se cultiva durante todo el año, dependiendo de las facilidades de riego. En regiones secas se aprovecha la época lluviosa para su producción. En lugares con bastante riego, generalmente valles o faldas de montañas, se aprovecha la época de invierno para la producción de otros cultivos como maíz y frijol y se siembra el repollo con riego en la época de verano. En algunos países se acostumbra la rotación con cultivos como papa, arroz, maíz, frijol, etc.

Montes (1982) indicó que en Honduras la producción de repollo se desarrolla principalmente en tierras altas, lugares donde se dan las condiciones óptimas para el cultivo y una baja incidencia de plagas insectiles; tal es el caso de las zonas de Ocotepeque (1800 msnm) Siguatepeque (1600 msnm) y la Esperanza (1800 msnm). Sin embargo es común encontrar lotes de repollo entre los 600 y 1000, como en El Zamorano (800 msnm) y Catacamas (650 msnm), zonas donde los problemas de plagas adquieren mayor importancia.

## B. La Palomilla Dorso de Diamante, *Plutella xylostella*

### 1. Origen y Adaptación de la Plaga

Ho (1965) sugirió que la PDD es originaria del mediterráneo, por varias razones: su preferencia por hospederos originarios de esa zona, la presencia de enemigos naturales en algunas zonas del mediterráneo, y la existencia de una sola especie de PDD en países fuera del mediterráneo.

En la actualidad *P. xylostella* es uno de los insectos con mayor diseminación a través del mundo y su establecimiento en diversas regiones ha sido en parte, consecuencia de la diseminación de sus hospederos, las crucíferas (Salinas, 1977). Sin embargo el insecto cuenta con sus propios medios de diseminación (Chu, 1985). Hardy (1938) determinó que la PDD se adapta ampliamente a regiones con temperaturas entre 10 °C y 40 °C y aún a 50 °C los adultos fueron activos. Ooi (1986) encontró adultos y larvas de PDD en latitudes de 60° N en tierras heladas de la zona templada. Estudios ecológicos realizados por Ooi (1979) en tierras altas de Malasia, indicaron que la incidencia de larvas por planta de PDD varió de 2 en la época fría, a 78 en la época cálida, demostrando que la temperatura es un factor importante en la presencia de PDD. Evaluaciones de dinámica poblacional de PDD en 4 regiones productoras de repollo en malasia desde 1976 hasta 1978 mostraron que las poblaciones de PDD alcanzaron los picos más altos en los meses de febrero y marzo que corresponden a la

época cálida. Salinas (1985) reportó que el rango de altitud de incidencia de PDD en Venezuela oscila entre 400 y 3,100 msnm y el rango de temperatura es de 12 hasta 30°C. Secaira y Andrews (1987) reportaron que en Honduras, la PDD se ha encontrado desde los 300 hasta los 2050 msnm y entre 12 y 35°C.

Cheng (1986), en investigaciones llevadas a cabo durante cinco años en Taiwán, encontró alta resistencia de PDD a insecticidas de uso común en la región, demostrando no solo su alta capacidad para adaptarse a una variedad de condiciones físicas, si no además la facilidad de adaptarse a condiciones bajo uso intensivo de productos químicos.

## 2. Descripción de la Plaga y su Daño

La PDD es considerada la principal plaga del repollo en Centroamérica (Secaira y Andrews, 1987; Carballo y Quezada, 1987). Su estado inmaduro o de larva es el causante principal del daño. Es una plaga defoliadora, capaz de consumir todo el mesófilo de la hoja, sin dañar las nervaduras. El efecto de su daño se manifiesta a través de perforaciones irregulares en forma de ventanas, las cuales reducen el área foliar y la actividad fotosintética de la planta. El resultado es un producto de mala calidad y que difícilmente es comercializable (Holle, 1987).

Harcourt (1954) indicó que desde que la larva eclosiona,

intenta penetrar en el interior de la planta en busca de follaje tierno, logrando protección contra parásitos y depredadores, y dificultando su control, principalmente en los casos donde se depende exclusivamente del uso de insecticidas. Andaloro et al., (1982) indicaron que la presencia de PDD puede ocurrir en cualquier etapa de desarrollo del cultivo aunque su establecimiento ocurre principalmente durante los primeros días después del trasplante.

En comparación con otras crucíferas, en repollo el daño es más significativo, porque el insecto afecta la parte aprovechable del producto (Dickson et al., 1986).

Montes (1982) indicó que el problema es mayor en zonas ubicadas a menos de 1000 msnm. Según Salinas (1977) en el trópico las condiciones climatológicas prevalecientes estimulan una mayor actividad metabólica del insecto, un desarrollo apresurado y una reducción en la duración de su ciclo de vida. En consecuencia se tiene un aumento considerable en la población de PDD, y un número mayor de generaciones por año.

Es una plaga que ha demandado mayor atención por la complejidad de su control, su movilidad y sobre todo por su capacidad de adquirir altos niveles de resistencia a un gran número de productos químicos comúnmente empleados (Ovalle y Cave, 1989; Lei y Lee, 1979).

### 3. Bioecología de *Plutella xylostella*

#### a. Ciclo de vida y morfología

Ooi (1986) indicó que el ciclo de vida de la PDD es de metamorfosis completa cuyas etapas son: huevo, larva, pupa y adulto.

(1) Etapa de huevo: Abraham y Padmanaban (1968) describieron los huevos como diminutos discos amarillos o blancos de 0.5 mm. Salinas (1977) reportó que los huevos son revestidos con una especie de malla pegajosa con la cual son adheridos a las hojas. Durante la oviposición los huevos son depositados individualmente o en grupos de 2 hasta 6, y su período de incubación puede variar de 2 a 8 días, dependiendo de la genética, la temperatura y otras condiciones del ambiente. Harcourt (1960) indicó que los huevos son ovipositados preferiblemente al atardecer y generalmente ubicados en el envés de las hojas cerca de alguna vena en donde puedan estar mejor protegidos. Harcourt (1957) y Salinas (1977) coincidieron en que al acercarse el momento de la eclosión, se puede observar un obscurecimiento del corión y la larva de primer estadio en forma de una "C". Al momento antes de la eclosión la larva de primer estadio consume parte del huevo a manera de raspado para hacer una salida y eclosionar (Biever y Boldt, 1971).

(2) Etapa larval: Las larvas recién eclosionadas tienen

un largo aproximado de 2 mm y pueden alcanzar hasta 12 mm (Abraham y Padmanaban, 1968). Al momento de la eclosión la cabeza de larva presenta una coloración transparente y se puede notar una desproporción en el tamaño de la cabeza con relación al resto del cuerpo. Las larvas son amorfas presentando una coloración desde amarilla o cremosa hasta verde oscuro, cuando están por terminar su estadio larval. Su cuerpo es cilíndrico con el extremo abdominal no agudo.

Salinas (1977) reportó que al ser molestadas las larvas, se retuercen violentamente y muchas veces se dejan caer quedando sostenidas de la hoja por medio de un hilo de seda fino. La larva recién emergida se arrastra haciendo movimientos sensitivos hasta que se ve estimulada por otras larvas e inicia su alimentación. Las larvas provenientes de huevos individuales tienden a padecer de hambre por carecer de estímulo de otras larvas. Cuando inician su alimentación construyen galerías individuales reduciendo la probabilidad de encontrarse unas con otras y por supuesto, minimizan la competencia por alimentación, espacio y el riesgo de ser encontradas por enemigos naturales o alcanzadas por insecticidas.

Ooi (1986) reportó que el periodo larval presenta 4 estadios o instares, y conforme el insecto se desarrolla, aumenta el consumo de alimento y el daño a los cultivos. El

periodo de desarrollo de la larva varía entre 10 y 30 días dependiendo de la temperatura. Es normal encontrar en el cultivo poblaciones de larvas de todos sus instares. Durante los últimos momentos del cuarto instar se pueden notar cambios externos en la larva. Detiene su consumo de alimento, ocurre una reducción en el largo del cuerpo y un incremento en el ancho; se cambia de color verde brillante a verde pálido; todo esto en un periodo de 0.5 a 1 día (Rosario y Cruz 1986).

(3) Etapa de pupa: La larva comienza a envolverse en un capullo de tejido sedoso. Hardy (1938) reportó que su longitud es aproximadamente de 7mm. Su color cambia de verde a amarillo y luego cafésoso, cuando ya se ha formado el adulto. Minutos antes de emerger, el adulto puede ser fácilmente visto a través de la cutícula pupal. La duración del periodo pupa varía de 5 hasta 15 días dependiendo de la temperatura y la humedad relativa (Ho, 1965). Las pupas se encuentran sujetas a la superficie de la hoja, principalmente en el envés de las mismas y casi siempre a lo largo de la vena central cerca de la unión con el tallo .

(4) Etapa de adulto: Los adultos son palomillas de 8 a 10 mm de longitud con una envergadura alar de 12 a 15 mm. Las alas delanteras son de color café grisáceo y las traseras son de café pálido con una banda de pelos en el borde posterior. En los machos el borde de las alas anteriores es

de color amarillo sucio, de tal forma que al cerrarlas forma 4 diamantes sobre el dorso, por lo cual se ha denominado palomilla dorso de diamante. Los adultos son activos al anochecer, y es cuando ocurre la mayor actividad ovipositiva (Bahlia y Dubey, 1986). El patrón de oviposición a lo largo del ciclo está determinado por la dinámica de los adultos. Inicialmente el número de huevos es bajo, pero conforme el cultivo se desarrolla produce una mayor cantidad de follaje, la plaga incrementa su población, y por lo tanto la tasa de oviposición es mayor.

Bajo condiciones de laboratorio la duración media del período de preoviposición en hembras copuladas fue de 4.2 días con fecundidad de 148.9 y una desviación estandar de  $\pm 32$  huevos por hembra (Hillyer y Thorsteinson, 1969).

El período de oviposición comienza un poco después del crepúsculo y alcanza su máximo 2 horas más tarde; pocos huevos son ovipositados antes del anochecer (Harcourt 1957). Hay cierta preferencia por ovipositar en sitios con depresiones o bien en las orillas de las venas o cualquier otro lugar que ofrezca protección a los huevos. La hembra no oviposita 2 veces en el mismo lugar y prefiere hacerlo en el envés de la hoja, excepto en plantas pequeñas en las cuales no se observa preferencia por sitios de oviposición.

Rosario y Cruz (1986) encontraron que la longevidad promedio de adultos es de 11 días. Los machos viven de 7 a 14 días y las hembras de 6 a 21 días. Las hembras pueden

ovipositar de 40 a 50 huevos diariamente, alcanzando hasta 265 huevos en su vida.

#### b. Plantas hospederas

La PDD es una plaga oligófaga y se alimenta de plantas con alto contenido de glucósidos de mostaza, aceites que se encuentran en alta proporción en crucíferas. Por esta razón el rango de plantas que son atacadas por la PDD está limitado a los miembros de la familia Cruciferae (Gupta y Thorsteinson, 1953).

Salinas (1986) reportó que las especies más comúnmente atacadas en Venezuela son Brassica oleracea var. gemmifera, B. oleracea var. botrytis, B. oleracea var. capitata, B. Pet-sai, B. napus y Raphanus sativus. Chelliah y Srinivasan (1985) encontraron en la India PDD atacando coliflor, rábano, col, nabo y mostacilla. Estudios de preferencia alimenticia realizados por Vishakantaiah y Visweswara (1975) revelaron que entre las crucíferas la coliflor y el repollo eran los más apetecidos por la PDD. Chand y Choudhary (1977), Jayarathnam (1977), Singh y Singh (1982) encontraron larvas de PDD en plantas no crucíferas como Amaranthus viridis.

#### c. Relación cultivo-plaga

En Centroamérica, el cultivo de repollo es el hospedero más diseminado de la PDD. Siguiendo los planteamientos dados por Andrews y Navas (1989) la PDD es una plaga primaria,

porque su incidencia puede ocurrir desde las primeras etapas del cultivo; a la vez es una plaga directa por afectar la parte económicamente aprovechable de la misma (Dickson y Eckenrode 1980).

#### d. Distribución espacial de la plaga

Chua y Lim (1977) indicaron que la distribución de adultos en el campo es al azar, mientras que los estados inmaduros presentan una distribución agregada. Adultos y huevos fueron observados en la superficie de la hojas mientras larvas de primer instar se encontraron en el interior de las galerías que forman al consumir las hojas. Larvas de segundo y tercer instar fueron observadas en el interior de la cabeza de la planta, mientras larvas de cuarto instar fueron observadas en las hojas exteriores de la planta. Las pupas se encontraron en el envés de las hojas más viejas.

Harcourt (1957) reportó que de 20,000 larvas observadas en el campo durante 1951 a 1957 el 70.3% se alimentaron del envés de la hoja aunque esta preferencia fue menos marcada para larvas de cuarto instar. Salinas (1977) indicó que durante el día los adultos se encuentran reposando en la superficie de las hojas exteriores; al ser molestados vuelan en espiral en pequeños círculos alrededor de la planta. Los adultos son fácilmente acarreadas por el viento esto contribuye a su dispersión. Harcourt (1960) reportó que de 11,600 pupas recolectadas en el campo durante los años 1951

a 1953, el 61% de estos fueron halladas en el envés de las hojas.

e. Distribución temporal

Montes (1982) reportó que el ataque de insectos en el cultivo de repollo es muy variable y depende en su mayoría de las condiciones de clima predominantes durante la época de cultivo.

Andaloro et al., (1982) en investigaciones realizadas durante 3 años en cultivos comerciales, indicaron que la infestación inicial de PDD no fue función directa de la fecha en que se sembró el cultivo, pudiendo ocurrir la presencia de PDD en cualquier época del año. Sin embargo el nivel de infestación sí estuvo en relación directa con la época de siembra, particularmente cuando se hizo en áreas cercanas a las fuentes de inmigración de adultos.

Ho (1965) y Lumaban y Raros (1973) coincidieron en que el daño por PDD es más crítico entre la cuarta y quinta semana después del trasplante, aproximadamente a los 65 días después de la siembra. En estudios de dinámica poblacional, Yuwono (1975) evaluó la relación entre el estado de desarrollo del cultivo y la incidencia de PDD, especialmente la proporción de varios estadios larvarios, encontrando que el pico máximo de infestación ocurrió a los 45 días después del trasplante, y durante el periodo evaluado hubieron dos generaciones de PDD y considerables traslapes entre generaciones.

#### f. Movilidad

Miyata (1983) clasificó la migración de mariposas en 6 categorías. Asignando a la PDD el tipo F : "Super Amplia Distribución", por su alta capacidad de movilización.

La PDD vuela en forma de revoloteos o zig zag y difícilmente sobrepasan de 1.5 m de altura y no más de 3 a 3.6 m en forma horizontal. Son fácilmente acarreados por el viento, lo cual contribuye sustancialmente a su diseminación (Chu, 1985).

En Europa la PDD ha sido conocida por sus transoceánicas migraciones desde tiempos antiguos. Mackenzie (1958) describió un espectacular fenómeno en el cual un número considerable de palomillas fueron reportadas simultáneamente en toda la costa de Inglaterra desde Berwick hasta Scarborough. La cantidad de palomillas observadas fue tan grande que causó alarma entre los pobladores de esa zona.

Thygesen (1968) y Bretherton (1982) consideraron que la distancia de migración de PDD puede ser aproximadamente de 3000 km. French (1967), citado por Chu (1985), reportó una migración de 3860 km recorridos por un grupo de palomillas en vuelos constantes por varios días. Lokki et al. (1978) reportaron una distancia de al menos 1000 km recorridos en un día por una masa de palomillas. Según Chu (1985) la dirección de las migraciones de grandes masas de palomillas, ha seguido la ruta de los vientos. Las migraciones de PDD son motivadas

por condiciones climatológicas adversas al desarrollo normal de la plaga (Smith y Sears, 1982; Harcourt, 1986).

g. Mortalidad natural

Las poblaciones de insectos en general se podrían expandir geométricamente si no fuera por factores de mortalidad que regulan su desarrollo y reproducción (Andrews y Quezada, 1989). Harcourt (1986) después de realizar una evaluación de los datos de 74 tablas de vida en PDD, concluyó que existen tres factores de mortalidad de importancia crítica: el clima (temperatura, precipitación y humedad relativa), responsable por la mayor variación en la sobrevivencia; la fecundidad, dependiente del contenido de proteína en la planta, el cual declina con el envejecimiento de la misma; y el parasitismo con densidad dependiente de la población de PDD.

Jayarathnam (1977), en estudios de dinámica poblacional de PDD de 10 tablas de vida (5 en verano y 5 en invierno), encontró que el factor que ocasionó mayor mortalidad fue el parásito Apanteles plutellae para larvas de segundo y tercer instar. Otro factor de importancia que ocasionó mortalidad fue la precipitación y los estadios larvales 1 y 2 fueron los más susceptibles.

Salinas (1986) indicó que la temperatura es el factor climático individual que mayor efecto tiene sobre el desarrollo y dinámica poblacional de PDD. Ooi (1979) notó que

durante la época lluviosa en zonas altas de Camerún, la presencia de algunos hongos constituyó un factor importante de mortalidad de larvas de PDD. A la vez el parasitismo por Tetrastichus sokolowskii fue el mayor factor de mortalidad de pupas. Estudios de dinámica poblacional realizados por Talekar y Lee (1985) indicaron que la lluvia fue el factor más importante de mortalidad.

#### h. susceptibilidad a plaguicidas

El control de P. xylostella desde hace varios años a estado ligado a un uso intensivo de productos químicos. Como resultado se ha presentado el fenómeno conocido como "presión de selección", el cual permite a ciertos individuos de una población, que logran sobrevivir a los efectos de los plaguicidas, adquirir características de resistencia que fácilmente son heredables (Miyata et al., 1983).

Lim (1988) indicó que desde mediados de la década de los 50 la PDD empezó a desarrollar resistencia a una serie de productos químicos, y el primer caso fue demostrado en Java, Indonesia en por Ankersmit (1953) quien observó que la PDD había desarrollado siete veces más resistencia al DDT que cuando este se utilizó por primera vez. Henderson (1957) reportó resistencia de PDD a DDT y BHC, esto llevó a utilizar diazinon y malathion. Entre 1956-65, otros químicos fueron introducidos: endosulfan, endrin, izobanzan, y trichlorfon (Ho, 1965). Sin embargo en pocos años, la palomilla fue

reportada como resistente nuevamente. Esto dio como resultado la utilización del producto biológico, Dipel (Bacillus thuringiensis) y 3 químicos moderadamente efectivos DDVT, metacil y phenthoata (Ho y Ny, 1970). Excepto por dipel, que continúa siendo usado hasta hoy en día, los otros han sido reemplazados por nuevos insecticidas como deltametrina, profenofos, cipermetrina, etc. Ovalle y Cave (1989), evaluando los niveles de resistencia de cepas de PDD provenientes de la zona de El Zamorano, encontró que con cipermetrina, las cepas fueron 411 más resistentes que cepas susceptibles provenientes de la Nueva York. Es así como el concepto de resistencia de PDD a insecticidas químicos se ha sugerido repetidamente y ya constituye no sólo un peligro para la economía sino también para la salud del productor y el medio ambiente (Lim, 1988).

#### 4. Manejo Actual de la PDD

El uso intensivo de productos químicos, principal táctica de combate de la PDD, ha dejado por fuera la posibilidad de emplear otras tácticas de control poco nocivas para el medio ambiente. Las exigencias de calidad por parte del consumidor y las agresivas campañas publicitarias de los productores y distribuidores de insecticidas han facilitado la adopción del control químico como alternativa única para lograr un producto de buena calidad y aceptación en el mercado. Los horticultores hacen sus aplicaciones siguiendo un criterio de programación

por calendario. Lim (1988) indicó que es muy común la utilización intensiva de un producto hasta que pierde su actividad tóxica en la plaga. Con este sistema los individuos sobrevivientes son seleccionados y tienen la capacidad de transmitir a su descendencia, características de resistencia. Esta condición reduce la efectividad de los insecticidas y los horticultores optan por aumentar la dosis y frecuencia de las aplicaciones, sin reparar en los riesgos de intoxicación y contaminación del medio ambiente.

#### 5. Problemas Asociados con el Control Químico de PDD

El uso de insecticidas ha sido la respuesta inmediata a la presencia de PDD. Asociado a este medio de control que se da al problema, derivan algunas consecuencias serias para el productor, el consumidor y el medio ambiente. Además del desarrollo de resistencia de PDD a los insecticidas, existen algunos problemas más:

##### a. Presencia de residuos tóxicos en el producto comercial

En algunos países como la India y Taiwán se observó en muchas ocasiones que repollos comprados en el mercado y luego utilizados como alimentos para larvas de palomilla, ocasionaron altos porcentajes de mortalidad (Balasubramanian, 1974). La presencia de niveles significativos de residuos fue

subsecuentemente confirmada a través de ensayos químicos (Lim et al, 1986).

Sánchez y Salgado (1989) reportan la presencia de concentraciones de cipermetrina cuatro veces más alta que lo permitido por la EPA (agencia reguladora del ambiente en los EE. UU) en repollos listos para la venta.

b. Incremento de la incidencia de envenenamiento por plaguicidas en los Productores

En Centroamérica por lo general los plaguicidas son aplicados sin ninguna medida de seguridad contra intoxicación del aplicador (Blanco, 1987). Muchas veces los agricultores pasan desapercibidos los efectos secundarios que ocasionan los pesticidas: mareos, náuseas, fatiga, vómitos, etc. Además existe una serie de químicos muy potentes utilizados sin ninguna restricción, tal es el caso de algunos como metomyl y metamidofos los cuales eventualmente podrían convertirse en terribles armas mortales para la salud de los agricultores, particularmente cuando ellos carecen de un mayor grado de educación.

c. Incremento en los costos de producción

En gran parte el aumento en los costos de producción está relacionado con el desarrollo de resistencia a insecticidas, lo cual lleva a la necesidad de incrementar la dosis y la frecuencia en las aplicaciones. Lim (1974) reportó que en

Taiwán, un 70% de los productores fueron incapaces de controlar PDD y que el uso de insecticidas constituía más del 30% de los costos de producción. No obstante el uso continuo de insecticidas en forma masiva sin ninguna interrupción, está incrementado progresivamente los costos de producción, lo cual está propiciando un futuro desalentador para el control químico.

d. Eliminación de enemigos naturales y riesgo para otros organismos

Carballo y Quezada (1987) indicaron que en Centroamérica se ha identificado a Diadegma insularis como el parásito más importante de Plutella xylostella. Sin embargo la efectividad de este y otros enemigos naturales está limitada por la presencia de productos químicos en la mayoría de las zonas de producción. Los parásitos son muy susceptibles a la presión de los insecticidas por lo que es de esperarse poca efectividad en su actividad parasítica.

Cordero (1989), comparando los niveles de parasitismo de D. insularis, usando y no usando agroquímicos, indicó que el porcentaje de parasitismo máximo alcanzado por este parasitoide fue de 29% en parcelas de repollo libre de productos químicos. En las parcelas donde sí se aplicaron insecticidas, obtuvo 0% de parasitismo, demostrando la existencia de efectos adversos de los químicos en la eficacia de los parasitoides. A. Cherry (1989, comunicación personal)

en pruebas de laboratorio encontró que los parasitoides D. insularis y Apanteles plutellae fueron altamente susceptibles a la aplicación de los insecticidas MTD (metamidofos), tambo (cipermetrina + profenofos) y belmark (fenvalerato) con niveles promedio del 100% de mortalidad.

Después de considerar cada una de las consecuencias negativas del uso indiscriminado de los insecticidas tanto para la salud de los consumidores y de los agricultores, la economía de producción y la protección del medio ambiente, queda evidenciada la necesidad de buscar alternativas de manejo que permitan minimizar el impacto del control químico en el frágil ecosistema.

### III. DESCRIPCION FISICA DE LAS ZONAS DE LA EAP Y EL RANCHO.

Esta investigación se llevó a cabo en dos zonas de producción ubicadas en el Departamento de Francisco Morazán:

La Escuela Agrícola Panamericana (EAP), ubicada en el valle de El Zamorano, municipio de San Antonio de Oriente, a 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 23 °C y una precipitación promedio anual de 1000 a 1300 mm.

La comunidad de San Juan del Rancho, ubicada al sur este del municipio de Tegucigalpa, a 1,100 msnm con una temperatura promedio anual de 21 °C y una precipitación promedio anual de 1200 mm.

#### IV. CONTROL NATURAL

##### A. Introducción

La Palomilla Dorso de Diamante (PDD) es un insecto cuyo desarrollo y dinámica poblacional están afectados por la intervención de los factores físicos del ambiente. La duración de su ciclo de vida está determinada principalmente por la temperatura (Harcourt, 1957; Salinas, 1977). Salinas (1986) concluyó que el factor físico individual que más afecta el desarrollo de PDD es la temperatura. Los aumentos en la temperatura inciden en una reducción en la duración de su ciclo de vida, debido a un aumento en la tasa metabólica que a la vez estimula un incremento en el consumo de alimento (Harcourt, 1960; Abraham y Padmanaban, 1968; Lei y Lee, 1979). Para la región centroamericana esta condición agrava los problemas de producción de crucíferas, principalmente en zonas ubicadas abajo de los 1000 msnm, donde las temperaturas promedio oscilan entre 24 y 28 °C, condición ideal para el establecimiento de una población capaz de producir un número considerable de generaciones por año.

Otro factor que influye en el desarrollo de PDD y su dinámica poblacional es la precipitación (cantidad y distribución de la lluvia). Harcourt (1957) indicó que la

lluvia puede causar hasta un 100 % de mortalidad en larvas de PDD, dependiendo de la frecuencia e intensidad con que ocurra. Estudios en Taiwán donde se reprodujeron los efectos de la lluvia, resultaron en un control casi completo de este insecto (Talekar et al., 1986). En los meses de mayor incidencia de lluvia (junio a septiembre) los agricultores de Francisco Morazán, Siguatepeque, Ocotepeque, La Esperanza y otras zonas productoras de Honduras, disminuyen la frecuencia de uso de agroquímicos para el control de la PDD, debido a la baja infestación de PDD (E. Secaira, 1988 comunicación personal).

La diversidad agroecológica y la presencia de enemigos naturales (parasitoides y depredadores) son factores naturales que participan como reguladores de la población de PDD. En centroamérica los parasitoides nativos hasta hoy, no realizan un control efectivo (Carballo y Quezada, 1987; Cordero, 1989). Esto podría estar ligado al excesivo uso de productos químicos al que están sometidos, lo cual limita considerablemente su establecimiento efectivo.

El manejo de la PDD requiera de el entendimiento de las interacciones entre estos factores naturales establecidos y el uso racional de las prácticas tradicionalmente usadas, particularmente la del control químico.

## B. Objetivos de la Investigación

- a) Evaluar el efecto de la temperatura en la duración del ciclo de vida de la PDD.
- b) Determinar la incidencia de la PDD durante el ciclo de desarrollo del cultivo.
- c) Relacionar los factores climáticos de lluvia y temperatura con la dinámica poblacional de la PDD

## C. Materiales y Metodos

1. Efecto de Cuatro Temperaturas Constantes en la Duración del Ciclo de Vida de la PDD.

### a. Fecha y localización del ensayo

El estudio se llevó a cabo del 28 de octubre al 30 de noviembre de 1987 en los laboratorios de fitopatología y suelos, del Departamento de Agronomía de la EAP.

### b. Obtención de adultos y producción de huevos

Se recolectaron 150 adultos de PDD (hembras y machos) en lotes comerciales de repollo de la EAP. Se ubicaron en grupos de 30 individuos en 5 cajas plásticas de 0.10x0.15x0.20 m, conteniendo hojas frescas de repollo del cultivar Green Boy, previamente lavadas, y se colocaron en el laboratorio a una temperatura de 24°C (temperatura ambiente del local). Después de 24 horas los huevos producidos en las hojas de repollo

fueron retirados y ubicados en 75 vasos pequeños de plástico de 0.045 m de altura y 0.045 m de diámetro, conteniendo en su interior toallas de papel humedecido. En cada vaso se colocaron desde 2 hasta 5 huevos de PDD.

c. Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 15 réplicas, para un total de 75 unidades experimentales. Las unidades experimentales fueron cada uno de los vasos conteniendo huevos de PDD. Posterior a la eclosión de la primera larva, se retiraron los demás huevos o larvas, dejando un solo individuo por vaso. Las unidades experimentales fueron sometidas a condiciones controladas de 4 temperaturas constantes: 17, 22, 28 y 33 °C, con una variación de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; y un tratamiento testigo, bajo condiciones de temperatura ambiente (29 y 16, °C temperaturas máxima y mínima, respectivamente), para determinar la duración del ciclo de vida de la PDD, desde la etapa de huevo hasta la emergencia del adulto. Para ello se utilizaron incubadores previamente calibrados a las temperaturas indicadas, instalando en su interior una fuente de luz, utilizando bombillos de 110 Watts, por un período de 11.5 horas (de 6:30 am a 6:00 pm). La humedad relativa no fue controlada. Las hojas de repollo y las toallas de papel humedecido, fueron renovadas cada 2 días.

#### d. Toma de datos y análisis

Se hicieron observaciones una vez por día, normalmente de 6:30 a 10:30 am con un esteroscopio. Se anotó los días de permanencia de los individuos en cada uno de los estadios. Se hizo un análisis de varianza (ANDEVA) para los estadios de Huevo, Larva de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> instar, pupa y ciclo total. Se aplicó la prueba Duncan para separación de medias a valores significativos al 1 y 5%.

### 2. Incidencia de PDD a Través del Ciclo de Producción del Cultivo

#### a. Fecha y localización

Este estudio constó de una recopilación de los resultados de 14 evaluaciones de dinámica poblacional realizados desde julio de 1987 hasta mayo de 1989, en 3 localidades del de Francisco Morazán: El Aguacate, El Rancho y la Escuela Agrícola Panamericana.

(1) Localidad del Aguacate. Municipio de Tatumbla, a 1400 msnm y con una temperatura promedio anual de 20 °C. En esta localidad se tomó el promedio de los datos de las parcelas testigo de un estudio de tablas de vida llevado a cabo entre los meses de septiembre a noviembre de 1987 (Vásquez, 1988).

(2) Localidad de San Juan del Rancho. Municipio de Tegucigalpa, a 1,100 msnm y con una temperatura promedio anual

de 21 °C. En esta localidad se llevaron a cabo 5 evaluaciones, 2 sobre tablas de vida (Ruiz, 1988) y 3 sobre pruebas de insecticida, que corresponden al presente trabajo de tesis en el capítulo de Control Químico.

(3) EAP. Localidad de El Zamorano, municipio de San Antonio de Oriente, a 800 msnm y una temperatura promedio anual de 23 °C. En esta localidad se hicieron 8 evaluaciones: 3 sobre pruebas de resistencia varietal, que corresponden al presente trabajo de tesis en el Capítulo de Control fitogenético; 4 sobre pruebas de insecticida (2 corresponden al capítulo de Control Químico y 2 trabajos hechos por Herrera en 1988); 1 sobre prácticas de riego aéreo para el control de PDD, correspondiente al capítulo de Control Cultural del presente trabajo de tesis.

#### b. Prácticas de cultivo

El manejo de las parcelas dependió de la zona donde se llevó a cabo cada estudio. En general las plantas fueron sembradas en semilleros y trasplantadas entre 20 y 30 días después de la siembra (dds) a una distancia de 0.30 entre plantas y 0.60 entre surcos. En las localidades del Aguacate y El Rancho se aplicó el fertilizante de fórmula completa 15-15-15 a razón de 250 kg / ha, a los 8 días después del trasplante repitiendo el mismo tratamiento a los 22 días después de la primera aplicación. Se utilizó riego por aspersión de 2 a 3 veces por semana. En la EAP se usó el

método convencional recomendado por el Departamento de Horticultura que consiste en siembra en invernadero, trasplante a los 20 a 25 dds, a 0.40 m entre plantas y 0.75 m entre surcos para un total de 35,000 plantas por há, fertilización con 90-230-0 kg/ha de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K pretrasplante y 2 aplicaciones suplementarias de 50 kg de N cada una, a los 15 y 30 días después del trasplante y aplicación de riego por gravedad 3 veces por semana.

c. Toma de datos y análisis

Con los 14 ciclos se elaboró un cuadro en el cual se indica:

- a) La etapa de desarrollo del cultivo cuando la plaga comenzó a infestarlo.
- b) La Etapa en donde ocurrió la máxima infestación; y
- c) La etapa en donde la población descendió hasta la mitad de su punto máximo.

3. Relación entre la Dinámica Poblacional de PDD y los Factores de Climáticos de Lluvia y Temperatura

a. Fecha y localización

Este estudio se llevó a cabo en las épocas de verano e invierno de 1988 y de verano de 1989, en los terrenos de producción del Departamento de Horticultura de la EAP.

#### b. Cultivar utilizado y prácticas de cultivo

Se sembraron durante las tres épocas 2 cultivares Izalco y Green Boy en parcelas de 20 m<sup>2</sup> cada una con 3 réplicas. Se utilizó un distanciamiento de 0.75 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. El manejo fue el del sistema convencional de la EAP. Las parcelas fueron sometidas a condiciones de infestación natural, sin aplicación insecticidas.

#### c. Toma de datos y análisis

Las plantas se evaluaron a través de muestreos de tipo comercial (inspección completa de la planta sin causar daño) realizados una vez cada semana, a partir de los 35 dds (una semana después del trasplante), contando el número de larvas por planta. Se recolectó los datos de precipitación (mm de agua) y temperatura (máxima y mínima) registrados por la estación meteorológica de la EAP. Se hizo un ANDEVA para determinar diferencias en el número de larvas de PDD correspondientes a varias edades del cultivo entre las diferentes épocas.

### D. Resultados y Discusion

#### 1. Efecto de Cuatro Temperaturas Constantes en Duración del Ciclo de Vida de la PDD

Un incremento en temperatura resultó en una reducción del ciclo de vida del insecto de huevo a adulto (Fig. IV-1). A 17,

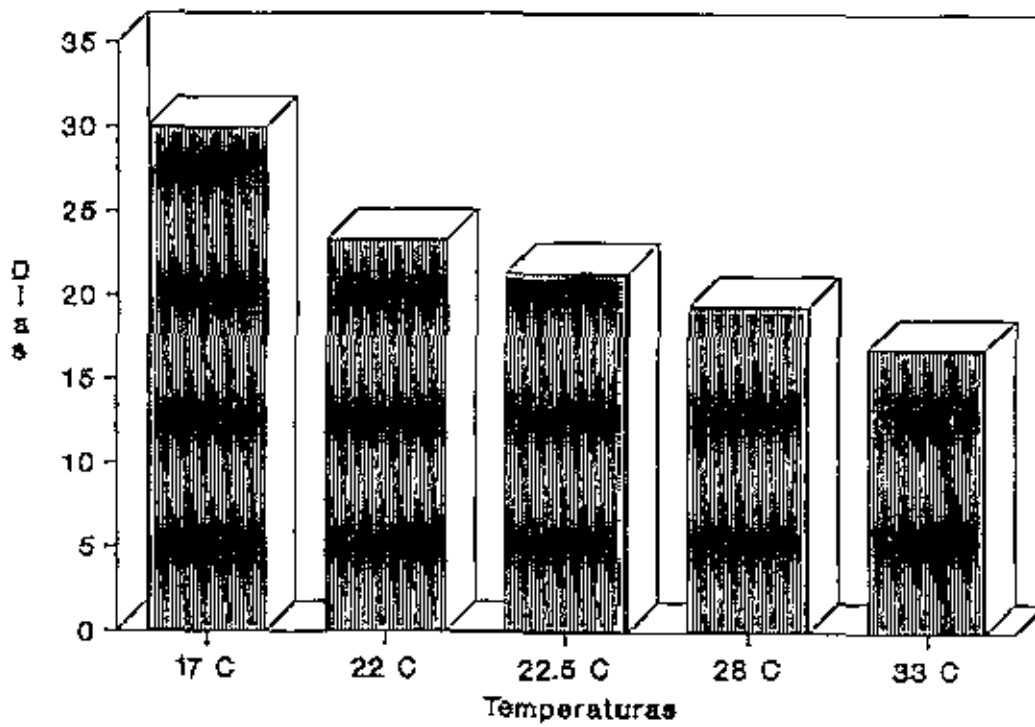


Fig. IV-1 Efecto de la temperatura en la duración del ciclo de la PDD

22, 28 y 33 °C las duraciones del ciclo desde huevo hasta adulto fueron de 29.4, 23.3, 19.4 y 17.0 días respectivamente. Para el tratamiento testigo, la temperatura media registrada fue de 22.5 °C y la duración de su ciclo fue 21.3.

La reducción del ciclo de vida por efecto de la temperatura también ha sido reportada por Salinas (1986), Yamada y Kawasaki (1986). Koshihara (1986) reportó que a 17.5 °C, el ciclo de PDD de huevo a adulto fue de 34.4 días, 5 días más que lo encontrado a 17 °C en el presente trabajo .

Al comparar la duración de estadios (huevo; larva de 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> instar; y pupa), se encontró diferencia entre los tratamientos de temperatura para todas las etapas, menos para larva del 1<sup>er</sup> instar. Para los estadios huevo y larva de 4<sup>o</sup> instar y ciclo total evaluado, las diferencias fueron significativas al 5% mientras para larvas de 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> instar y pupa, las diferencias fueron significativas al 1%. (Cuadro IV-1). A medida que se desarrollaron las larvas, las diferencias por efecto de la temperatura, fueron más notables.

Los estadios de mayor duración fueron los de pupa y huevo con 6.2 y 4.7 días promedio respectivamente. El estadio de menor duración fue el de larva de 4<sup>o</sup> instar con 2.3 días promedio. Al expresar los datos en porcentajes del ciclo total, en promedio el estadio larval ocupó un 50% de la duración del ciclo, con una rango de 8.2 días para 33 °C y 14.4 días para 17 °C (Fig. IV-2).

Cuadro IV-1. Duración del ciclo de vida de la PPD a cuatro temperaturas constantes y una temperatura ambiente bajo condiciones de laboratorio (1).

S(2)	Huevo	Larva 1	Larva 2	Larva 3	Larva 4	Pupa	Total
17	5.1 ± 0.72 a(4)	2.7 ± 0.45	4.5 ± 0.89 a	6.4 ± 1.82 a	2.7 ± 0.86 a	9.8 ± 0.63 a	29.4 ± 1.66 a
22	4.5 ± 0.62 b	3.1 ± 0.47	3.6 ± 0.63 a	3.2 ± 0.84 ab	2.6 ± 0.42 ab	6.3 ± 0.49 b	23.3 ± 3.15 b
22.5(2)	4.4 ± 0.49 ab	2.4 ± 0.50	3.3 ± 0.71 ab	2.5 ± 0.92 bc	1.9 ± 0.71 c	6.0 ± 0.82 b	21.3 ± 2.3 b
28	4.6 ± 0.76 bc	2.8 ± 0.73	2.9 ± 0.76 b	2.3 ± 0.62 bc	2.4 ± 0.85 b	1.4 ± 0.64 c	19.4 ± 1.78 c
33	4.4 ± 0.53 c	2.4 ± 0.50	1.9 ± 0.70 b	1.9 ± 0.43 c	2.0 ± 0.67 c	4.3 ± 0.61 c	17.0 ± 3.25 c

Signif(S) \*                      55                      44                      34                      22

(1) Datos de media y desviación estándar, obtenidos de 15 individuos iniciales.

(2) Temperaturas constantes, en grados centígrados.

(3) Tratamiento bajo temperatura ambiente, (25 °C máxima y 16 °C mínima)

(4) Medias de cada columna, seguidas por letras diferentes tienen diferencias significativas según prueba Duncan

(5) Diferencias significativas al 1% (v), 5% (vi) o no significativas (ns)

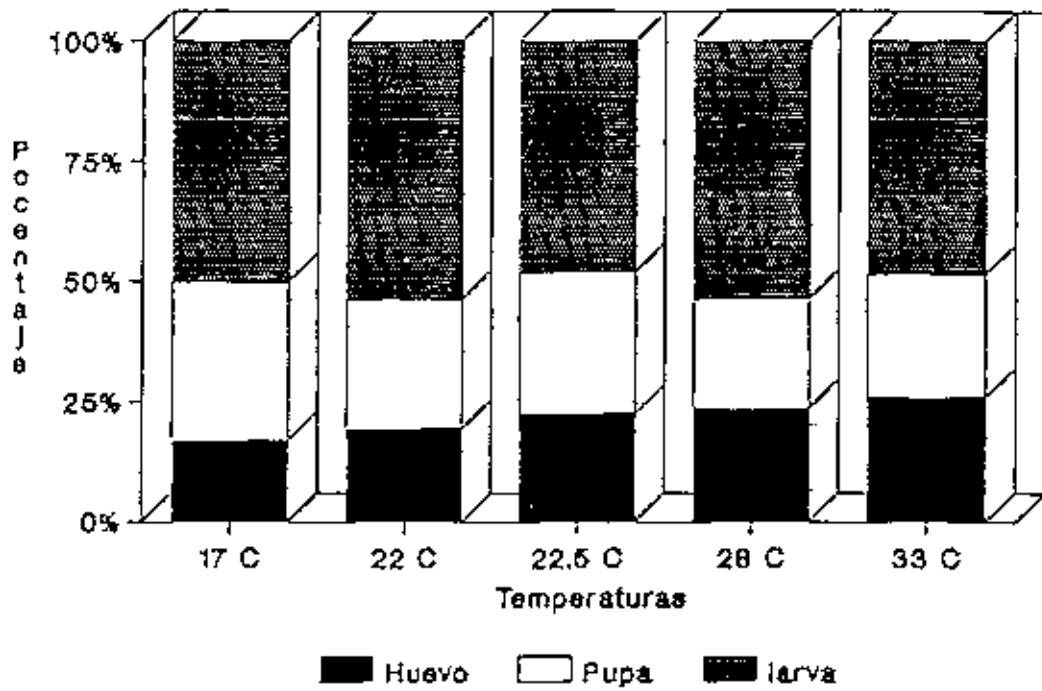


Fig IV-2 Duración de los estadios huevo, pupa y larva expresada en 100%

La duración promedio del ciclo de PDD, obtenida entre los 5 tratamientos fue de 20 días, considerando que los nuevos adultos tardan al menos 5 días en ovipositar (Harcourt, 1957) se podría decir que las generaciones de PDD podrían estarse renovando cada 25 días, lo que haría que al menos hubieran de 2 a 3 generaciones de PDD (sin considerar traslapes) en variedades que permanecen en semillero por 30 días y en el campo de 50 a 60 días. Con temperaturas más altas o más bajas el tiempo de desarrollo del cultivo también va a variar por lo que podría esperarse que en la misma forma en se afecte la duración del ciclo de la plaga se afecte el del cultivo y por lo tanto el número de generaciones de PDD se mantenga.

## 2. Incidencia de PDD a Través del Ciclo de Producción del Cultivo

En los 14 ciclos evaluados los niveles de infestación (larvas/planta) fueron variados, sin embargo la incidencia de PDD a través de las etapas del cultivo mostró la misma tendencia.

Las primeras larvas de PDD se observaron entre los 33 y 55 dds con un promedio de  $42 \pm 8.5$  días (Cuadro IV-2). El punto de máxima infestación ocurrió en un rango de 48 y 76 dds con un promedio de  $68 \pm 8.7$  días, (4-6 semanas después del trasplante). Este resultado coincide con los reportes hechos

Cuadro IV-2 Relación entre la incidencia de PDD y la etapa de desarrollo del cultivo, observada en 14 ciclos de producción, en parcelas sin aplicación de insecticida en 3 localidades de Francisco Morazán

Fecha del Ensayo	Localidad	Cultivar	Altura MSNM	Temperatura Promedio	Últas después de siembra Inicio(1)	Maximo(2)	Descenso(3)	Fuente de la información
Jul-sep 1987	El Rancho	Green Boy	1100	21 C	35	63	76	Ruiz, 1988
Nov-feb 1988	El Rancho	Green Boy	1100	19 C	45	48	35	Ruiz, 1988
Jun-ago 1988	El Rancho	Green Boy	1100	21 C	36	57	77	Cap. Cont. Químico
oct-dic 1988	El Rancho	Green Boy	1100	20 C	33	70	85	Cap. Cont. Químico
oct-dic 1988	El Rancho	Izalco	1100	20 C	33	74	85	Cap. Cont. Químico
oct-dic 1988	La EAP	Green Boy	800	23 C	33	48	81	Cap. Cont. Químico
oct-dic 1988	La EAP	Izalco	800	23 C	33	74	85	Cap. Cont. Químico
abr-jun 1988	La EAP	Izalco	800	23 C	38	55	80	Cap. Cont. Cultural
feb-mar 1988	La EAP	GB e Izalco	800	23 C	50	70	85	Cap. Cont. Filogenético
abr-jun 1988	La EAP	GB e Izalco	800	23 C	55	78	85	Cap. Cont. Filogenético
feb-mar 1989	La EAP	GB e Izalco	800	23 C	55	72	85	Cap. Cont. Filogenético
Jul-sep 1987	La EAP	Green Boy	800	23 C	55	73	80	Herrera, 1988
dic-feb 1988	La EAP	Green Boy	800	23 C	40	76	86	Herrera, 1988
sep-nov 1987	Iatumbola	Green Boy	1400	20 C	40	76	85	Vasquez, 1988
				Rango	33-55	48-76	76-86	
				Media	42	68	83	
				Desviación	8.5	8.7	5.3	

- (1) Edad del cultivo cuando se inicia la infestación de PDD  
 (2) Edad del cultivo cuando la población alcanza el máximo nivel de infestación  
 (3) Edad del cultivo cuando la población alcanza la mitad de su descenso.

por Ho, (1965) y Lumaban y Raros (1973) en los que indicaron que el rango promedio de máxima infestación de PDD está entre 4 y 5 semana después del trasplante. El punto intermedio del descenso de la infestación ocurrió en un rango de 76 y 86 dds para un media de  $83 \pm 3.3$  días.

Según lo expuesto, la población de PDD inicia su infestación y alcanza su máximo, dentro de un periodo de 26 días. Entonces la presencia de PDD en las etapas primeras determinará los niveles de infestación máximos en el cultivo. Esto indica que existe un período crítico en el desarrollo del cultivo durante el cual la aplicación de un control determinado podría tener mayor efecto sobre la plaga y prevenir daño económico al cultivo en otras fases.

En el descenso de la población podrían intervenir varios factores y sus interacciones como ser:

- Los cambios normales que ocurren en la textura de la hoja del repollo que lo hacen menos apetitoso (Chalfant y Brett, 1967).
- El establecimiento de los enemigos naturales, los cuales normalmente dependen de la densidad de su hospedero (Carballo y Quezada, 1987).
- La formación de cabeza del repollo, lo cual resulta que el adulto deba esforzarse más para ovipositar en lugares seguros (Andaloro et al., 1982).
- La reducción de la concentración de proteína en la planta

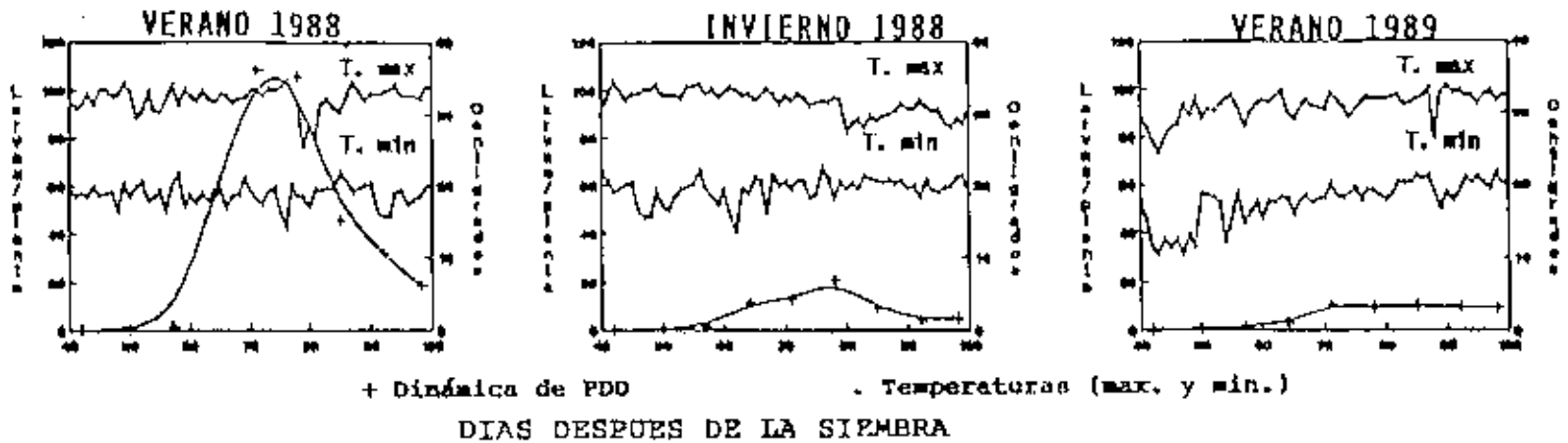
al incrementar su desarrollo; la concentración de proteínas está muy ligada con la fecundidad de adultos (Harcourt, 1960).

Es probable que esta curva represente el comportamiento de la dinámica de PDD en el repollo, aún sobre las variaciones en los niveles de infestación observados, sin embargo para constatarlo se requeriría de evaluaciones de severidad (número de individuos atacando en un solo momento). Lo más probable es que no se requiera que la plaga alcance niveles de máximos de infestación, como los observados en algunos ciclos para ocasionar daño completo a la producción de este cultivo.

### 3. Relación entre la Dinámica Poblacional de PDD y los Factores de Climáticos de Lluvia y Temperatura

En el ciclo de verano de 1988 las primeras larvas de PDD se encontraron a los 55 dds. La población aumentó hasta lograr una infestación de 108 larvas por planta a 70 dds. A partir de ese momento la población descendió hasta un nivel de 20 larvas/planta observado en el último muestreo a 98 dds. Los promedios de temperaturas mínimas y máximas durante el desarrollo del cultivo fueron 18 y 33°C respectivamente. En la etapa en que se inició el descenso de la población se registraron temperaturas tan bajo como 15 °C mínima y 26 °C máxima. Estas bajas temperaturas coincidieron con los momentos en que ocurrieron nuevamente las lluvias entre 78 y 85 dds.

A



B

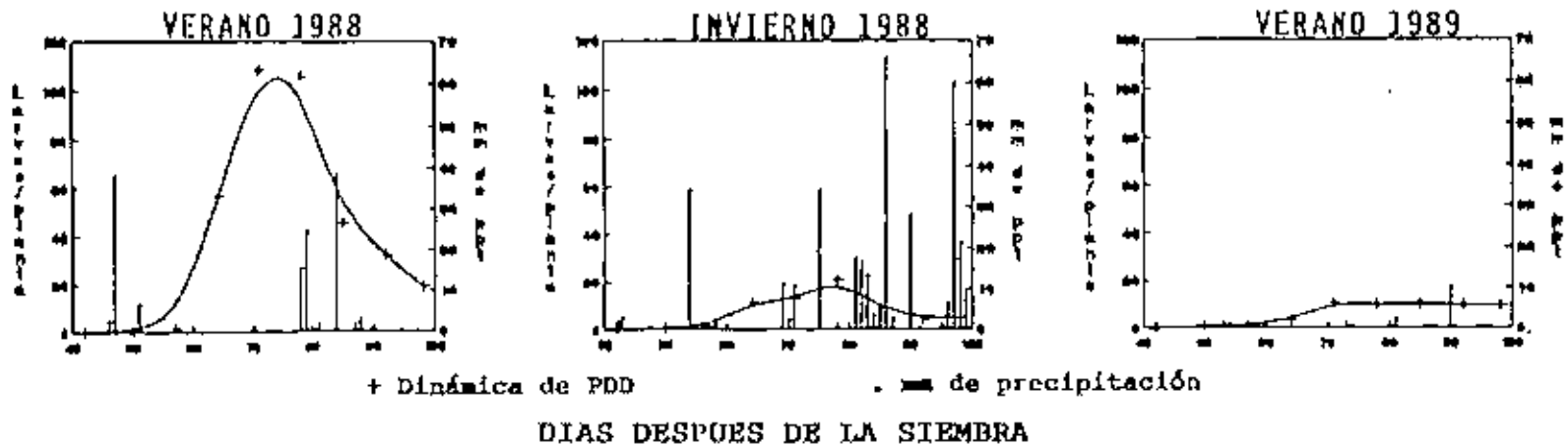


Fig. IV-3 Relación entre la dinámica de PDD y los factores de clima.  
 (A) Relación con el factor de temperatura (máxima y mínima).  
 (B) Relación con el factor de lluvia.

la ocurrencia de lluvias estuvo muy ligada a la reducción en los niveles poblacionales de la PDD (Fig IV-3).

En el ciclo de invierno de 1988 la población de PDD inició su ascenso a los 57 dds. Alcanzó un máximo de 22 larvas/planta a los 78 dds. A partir de esa edad, se inició un periodo fuerte de lluvias que duró 14 días y la población descendió hasta un nivel de 4 larvas/planta observado a 98 dds (Fig IV-3). No se encontró ninguna tendencia por efecto de la temperatura. No obstante las lluvias a los 54, 69, 71 y 75 dds fueron más intensas que las observadas en el verano de 1988 lo que ocasionó una infestación más baja de PDD en esta época.

En el ciclo de verano de 1989, se inició el ataque de PDD a los 60 dds y alcanzó su máximo a los 70 dds con niveles de 8 larvas/planta (Fig. IV-3). Esta incidencia fue mucho menor que lo observado en el verano o el invierno de 1988, durante la misma edad del cultivo en el cual se registraron niveles máximos de 108 y 22 larvas/planta respectivamente. Comparando los datos de precipitación de los 3 ciclos, para el verano de 1989 la cantidad de lluvia fue menor (con 4 lluvias, cada una de < 15 mm). Con menos incidencia de lluvia, normalmente se esperaría un incremento en la cantidad de larvas de PDD, sin embargo no fue lo que ocurrió. En cuanto a los datos de temperatura registrados en este ciclo, las mínimas fueron

inferiores a 15°C durante los primeros 60 dds. Si la mayor actividad ovipositiva ocurre en horas avanzadas de la noche (Harcourt, 1957; Ruiz, 1988 y Salinas, 1977) la baja incidencia de larvas sugiere que las bajas temperaturas afectaron el establecimiento normal de la plaga, tal vez por una disminución de la actividad ovipositiva de adultos. Estas bajas temperaturas además, ocurrieron en el periodo en que el cultivo es más susceptible: la fase ideal para el establecimiento de la PDD.

Al existir una interacción entre la edad del cultivo y la incidencia de PDD en la cual, la apetencia se reduce conforme el cultivo se desarrolla, cuando ocurren temperaturas demasiado bajas durante la etapa ideal de establecimiento normal de la plaga, la posibilidad de un establecimiento posterior al momento ideal sería mínima. Por eso la población de PDD en el verano de 1989, no pudo establecerse como en las épocas anteriores.

#### E. Conclusiones

Las temperaturas altas reducen la duración del ciclo de vida de la PDD, mientras las temperaturas bajas la alargan.

Bajo las condiciones que predominan en las localidades de El Aguacate, El Rancho, y la EAP, y para los cultivares

Izalco y Green Boy el periodo de mayor incidencia de PDD ocurre entre los 40 y 70 dds. A este periodo se le puede considerar la etapa crítica del cultivo. La aplicación de un control efectivo durante este período podría dar mayor efecto sobre la plaga y se mejoraría la calidad del cultivo.

La presencia de los factores de lluvia y precipitación son muy relacionados con los niveles poblacionales de la PDD. Una alta incidencia de lluvias reduce el número de larvas en el cultivo; así mismo las temperaturas mínimas, inferiores a 15 °C evitaron el establecimiento normal de la plaga.

## V. CONTROL QUIMICO Y MICROBIOLOGICO.

### A. Introducción

Desde inicios de la década de los años 80's, el uso de insecticidas organofosforados y piretroides sintéticos ha sido la base para el control de la (PDD). Su uso ha sido la respuesta inmediata para evitar el daño que esta plaga ocasiona al cultivo. A pesar de la existencia de productos altamente tóxicos, la PDD ha adquirido niveles significativos de resistencia, situación que ha venido a minimizar los efectos de los productos utilizados (Ovalle y Cave, 1989; Lim et al., 1983). En Honduras para 1988 el costo de los productos químicos para el control de PDD constituía aproximadamente el 25% del total de los costos de producción, en la actualidad este porcentaje probablemente es mayor debido a la inflación y el incremento del costo de los productos importados (R. Sánchez, 1989 comunic. pers.).

La forma en que se ha utilizado estos productos es la causa del porque han ido perdiendo su eficacia; tal es el caso de productos como Decis (deltametrina), Tamarón (metamidofos), Belmark (fenvalerato) y recientemente, Tambo (cipermetrina + profenofos) en donde los productores los han utilizado cada vez en dosis más altas hasta que pierden su efecto tóxico sobre la plaga y surge una necesidad constante por renovarlos.

En base a estos antecedentes, se realizó una investigación en la cual se contempló, reducir el uso de insecticidas químicos por medio de rotaciones con otros productos como Bacillus thuringiensis (B.t) e inhibidores de crecimiento. Se ha observado la efectividad de la rotación con productos inhibidores del crecimiento en el control de razas de PDD con resistencia a organofosforados y piretroides (Lim y Kee, 1980). El uso de inhibidores de quitina se ha recomendado para relajar la presión de selección de PDD (Chang, 1986). Productos a base de B.t no tienen efectos adversos contra parasitoides de PDD por lo que su uso sería bastante compatible con otras tácticas de control, particularmente en el manejo de enemigos naturales. Además desde que se comenzó a utilizar el B.t. no se ha reportado resistencia de la PDD a su efecto (Talekar, 1986).

#### B. Objetivos de la investigación

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de 7 insecticidas , incluyendo B.t. y un inhibidor de quitina en el comportamiento de PDD manera de poder seleccionar 4 insecticidas para su uso en un sistema de rotación; y subsecuentemente, evaluar el efecto inmediato de la rotación de los 3 insecticidas químicos con el biológico.

### C. Materiales y Métodos

#### 1. Evaluación de 7 Insecticidas para el Control de la PDD.

##### a. Fecha y localización del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en los meses de mayo a agosto de 1988 en la comunidad de San Juan del Rancho.

##### b. Diseño experimental y tratamientos

Los siete insecticidas utilizados incluyeron Dipel (B.t) como insecticida biológico y Júpiter (clorfluazuron) como inhibidor de quitina (Cuadro V-1). Se utilizó el cultivar Green Boy, por ser la variedad híbrida más utilizada en la región de Francisco Morazán y por su alta susceptibilidad a la PDD. Las parcelas fueron de 4.5x4.5 metros (20 m<sup>2</sup>) a 0.75 m de entre surcos y 0.40 m entre plantas, para un total de 84 plantas por parcela. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 8 tratamientos y 4 réplicas.

Las aplicaciones se hicieron por calendario, una vez por semana, siguiendo el criterio utilizado por los agricultores de la localidad. Las aplicaciones se iniciaron a partir de los 32 dds utilizando una bomba de mochila con capacidad de 15 litros. En cada tratamiento se hizo un total de 7 aplicaciones. A la mezcla de agua más insecticida se agregó adherente Adsee a razón de 1 cc /l.

Cuadro Y-I. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de 7 insecticidas para control de PBD, en la localidad de El Rancho.

Nombre del insecticida	Dosis en kg / ha		Modo de acción	
Iónico	Comercial	Equivalencia	I.A.	
Kalanidosfos	KTD	1.80	1.08	c, i, s (1)
<u>Bacillus thuringiensis</u>	D(pal)	1.00	0.0206	i
Clorfluazuron	Jupiter	0.15	0.018	c, i
Cipermetrina + profenofos Tambo		0.65	0.04 + 0.4	c, i
Fenvalarato	Belmark	1.00	0.192	c, i
Ciflutrin	Baytroid	1.00	0.50	c, i
Metoxy	Lannate	1.00	0.45	c, i
Testigo	Sin aplicación de insecticida			

(1) i = Ingestión; c = Contacto; s = Sistémico

c. Toma de datos y análisis

Se evaluó los niveles de infestación de PDD a través del ciclo del cultivo. Los datos se tomaron semanalmente (1 día antes de la aplicación) seleccionando en cada parcela 10 plantas al azar, para un conteo de larvas de PDD planta bajo el procedimiento de muestreo comercial (revisar la planta sin causar daño).

A la cosecha se tomaron 10 plantas al azar y se midió el peso de la cabeza, y se evaluó la calidad del repollo, utilizando la escala Chalfant, con valores de 1 a 6 (1= sana ; 6= muy dañada).

Con el número de larvas/planta transformados a la raíz cuadrada del número + 0.5, se hizo un análisis de varianza para las variables de: fecha de muestreo, rendimiento y calidad del producto cosechado. Se aplicó la prueba Duncan para separar medias de valores significativos al 1 y 5%. Para determinar la eficacia de los insecticidas, se aplicó la fórmula Abbot, que mide el efecto de los tratamientos con relación a lo observado en el testigo:

$$\% \text{ ABBOT} = \frac{n_0 - n_1}{n_0}$$

$n_0$  = Número de larvas/planta en el testigo.

$n_1$  = Número de larvas/planta en el tratamiento.

Finalmente se tomaron los criterios formulados por tres productores involucrados con la investigación, respecto a la eficacia de los productos y los inconvenientes de su uso.

2. Evaluación de 3 Insecticidas Químicos para el Control de PDD en un Sistema de Rotación con Bacillus thuringiensis en 2 Cultivares de Repollo y dos localidades de Francisco Morazán.

a. Fecha y localización

Esta investigación se realizó de septiembre a diciembre de 1988, en 2 localidades de Francisco Morazán: la EAP y San Juan del Rancho.

b. Diseño experimental y tratamientos

En cada localidad se llevaron 2 ensayos por separado: uno utilizando el cultivar Izalco y otro utilizando Green Boy, haciendo un total de 4 ensayos. Cada parcela experimental constó de 5 camas de 5.2 m de largo con 0.75 m entre surcos, y 0.40 entre plantas para hacer un total de 65 plantas por parcela. Se utilizó los 3 insecticidas químicos que resultaron mejor en el experimento previo, cipermetrina+profenofos, clorfluazuron y metamídofos en combinación con B.t., y se tuvo un testigo sin aplicación. (Cuadro V-2). En cada uno de los 4 ensayos se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 3 bloques y 8 tratamientos.

Cuadro Y-2. Descripción de los tratamientos utilizados en la evaluación de 3 insecticidas químicos y 1 biológico para el control de la PDD, en las localidades de la EAP y El Rancho.

Técnico	Nombre del insecticida	Comercial	Forma	Dosis en kg / ha	Modo Acción
Bacillus thuringiensis	Dipel	0.65	0.0208	t (1)	
Cipermetrina + profenofos	larbo	1.00	0.4 + 0.04	c, i	
Clorfluzuron	Jupiter	0.16	0.018	c, i	
Metamidofos	K T D	1.80	1.08	c, i, s	
Cipermet+profenof + B.t.(2)	TentorDipel	1.00+0.65	0.4+0.04 + 0.0208		
Clorfluzuron + B.t.	Clorf+Dipel	0.15+0.66	0.018 + 0.0208		
Metamidofos + B.t.	K T D+Dipel	1.60+0.65	1.08 + 0.0208		
Tesfigo	Sin aplicación de insecticida				

(1) t = Ingestión; c = Contacto; s = Sistémico

(2) Tratamientos bajo el sistema de rotación, 3 aplicaciones del producto químico al inicio y 4 aplicaciones con B.t. al final.

Las aplicaciones se hicieron una vez por semana, iniciándose a partir de los 34 dds para las pruebas de la EAP y 37 dds para las pruebas en el Rancho. Se utilizó bombas de mochila con capacidad de 15 l. Se hicieron un total de 7 aplicaciones. A los tratamientos que incluyeron B.t. en rotación, las primeras 3 aplicaciones se hicieron con los insecticidas químicos y las 4 siguientes se utilizó B.t., manteniendo las dosis respectivas. Se utilizó adherente Adsee a una dosis de 1 cc/l de mezcla.

#### c. Toma de datos y análisis

Cada semana se hizo muestreo de tipo comercial, escogiendo al azar 10 plantas de cada parcela, tomando el número de larvas vivas de PDD por planta. A la cosecha se tomaron 5 plantas para determinar el peso y la calidad del repollo, utilizando la escala de Chalfant (1 = sano, 6 = muy dañado).

Después de una transformación a la raíz cuadrada del número de larvas + 0.5, para disminuir el coeficiente de variación, los datos fueron analizados con un ANDEVA, para un diseño de bloques completos al azar factorial de 2 factores combinado sobre localidades. Las variables analizadas fueron : 8 fechas de muestreo, peso por cabeza y la calidad del producto. Se aplicó la prueba Duncan para separar las medias con diferencias significativas al 1 y 5%. Se hizo un contraste

ortogonal para determinar las diferencias entre el grupo de tratamientos de insecticidas químicos con el grupo de tratamientos que incluyeron los químicos + B.t. en rotación, en la variable de número total de larvas por planta durante el ciclo. .

Se hizo un análisis económico del factor de insecticidas para comparar el costo de los productos utilizados en el ensayo, se consideraron iguales los demás costos de producción.

#### D. Resultados y discusión.

##### 1. Evaluación de Siete Insecticidas para el Control de la PDD

Los datos del análisis de varianza para fechas de muestreo, muestran diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) para todas las fechas de muestreo excepto para 36 y 57 dds, indicando que hubieron diferencias en el control ejercido por los diferentes insecticidas (Cuadro V-3)

Según el % Abbot, clorfluazuron fue el insecticida de mayor eficacia, al ocasionar un 76% de mortalidad de PDD, con relación al testigo. Cipermetrina+profenofos y Bacillus thuringiensis ocasionaron un 63% de mortalidad cada uno. Los de menor control fueron ciflutrin, metamidofos y fenvalerato con 28%, 43% y 44% respectivamente. Metomyl dio un control intermedio de 55%. (Fig. V-1).

Cuadro V-3. Número de larvas por planta de PBD observadas a través de 8 muestreos en la localidad de El Rancho (1).

Tratamientos	Días después de la siembra								Total Eficacia (%)	
	36	42	43	57	63	71	76	86		
Ketaridofos	4	8	11	8	9	5	5	4	52	43
Cipermet + Profenof	3	8	3	6	4	5	6	2	34	63
Clorfluzaron	3	2	3	5	4	5	8	2	30	78
<u>Bacillus thuringiensis</u>	5	4	6	5	5	6	3	1	35	63
Fenvalerato	6	4	5	7	9	6	6	5	50	45
Ciflutrin	5	7	9	12	10	11	6	4	66	28
Mekom?	5	6	4	6	7	8	4	3	41	65
Testigo (3)	4	9	13	18	16	18	8	5	91	00

Significancia(4) ns \* † ns 0 † 0 † 0 † †

1 Medias calculadas de 4 réplicas, con valores redondeados a números enteros.

2 (Ver texto).

3 Tratamiento sin aplicación de insecticida.

4 Diferencias significativas al 5% (\*) o no significativas (ns).

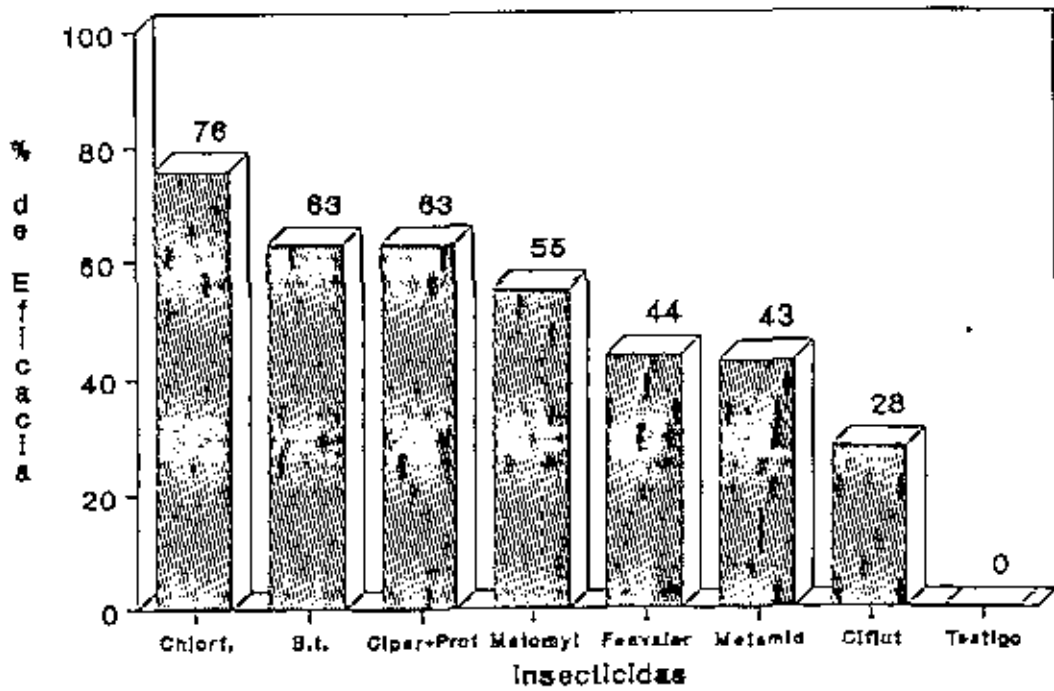


Fig V-1 Eficacia de siete insecticidas en el control de PDD en la localidad de El Rancho utilizando la formula Abbot

A la cosecha no se encontró diferencias en el peso de las cabezas, indicando que esta variable no fue afectada por la incidencia de larvas de PDD.

En las evaluaciones de calidad del repollo cosechado clorfluazuron, B.t. y cipermetrina + profenofos, presentaron los mejores índices (2.60, 2.85 y 2.90 respectivamente) y no hubieron diferencias significativas entre sí. Metamidofos, metomyl, ciflutrin y Fenvalerato presentaron niveles de daño más altos que el primer grupo (3.60, 3.75 y 3.90 respectivamente) y no hubieron diferencias significativas entre sí. Sin embargo hubieron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre el primer grupo de tratamientos y el segundo (Fig. V-2). El tratamiento testigo tuvo una calidad de 4.75, la cual fue diferente ( $P \leq 0.01$ ) a todos los demás tratamientos. A pesar de las diferencias entre tratamientos, aún la calidad del repollo observada en los de mayor eficacia no fue del óptimo de calidad requerido por el mercado.

El costo promedio de todos los insecticidas fue de Lps 56.00/ha/aplicación (Cuadro V-4). El tratamiento más económico fue B.t. (Lps 27.63/ha/por aplicación) con un costo 50 % menor que el costo promedio. El segundo más económico fue clorfluazuron (Lps 45.00/ha/aplicación) con un costo 20 % menor que el promedio. Los tratamientos más caros fueron

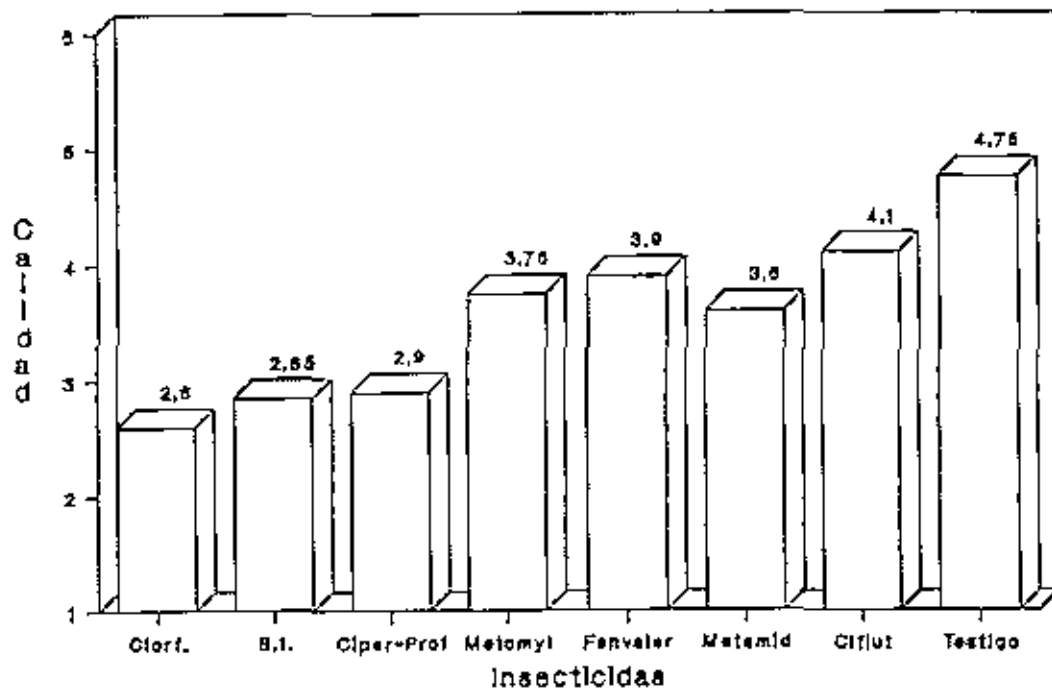


Fig V-2 Efecto de 7 insecticidas en la calidad de repollos cosechados.

Cuadro Y-4 Costo de los productos aplicados en la evaluación de 7 insecticidas en  
en la localidad de el Rancho (1).

Tratamientos Aplicados	Valor de costo del producto Lps(2)	Base comercial kg/ha Lps	Valor de 1 aplicación por hectárea Lps	Valor de 7 aplicaciones por hectárea(3) Lps
Metaldofos	30	1.80	54.00	378.00
Cipermetrotrof	62	1.00	62.00	434.00
Clorfluazuroa	300	0.15	45.00	315.00
Bacillus thuringiensis	43	0.65	28.00	193.41
Fenvalerato	71	1.00	71.00	497.00
Ciflutrin	67	1.00	67.00	468.00
Malomy	65	1.00	65.00	455.00
Testigo	0	0.00	0.00	0.00
<b>Promedio</b>			<b>55.95</b>	<b>391.63</b>

(1) Solo se incluye el costo de los productos, los otros costos de producción se  
consideran comunes para todos los tratamientos.

(2) Precios de costo para 1988.

(3) 35,000 plantas por hectárea, rendimiento potencial del cultivo.

fenvalerato, ciflutrin y metomyl (Lps 71, 67 y 65/ha/aplicación), con un costo 21 % mayor que el promedio. Al comparar la eficacia de los productos con su precio de costo, se pudo observar que B.t y clorfluazuron fueron los insecticidas más económicos y los de mayor eficacia, contrario a fenvalerato y ciflutrin que fueron los insecticidas de mas baja eficacia (44% y 28% respectivamente) y de mayor costo (Fig. V-3).

Clorfluazuron es un insecticida clasificado dentro del grupo de los inhibidores de crecimiento. Es selectivo para lepidópteros y se ha utilizado principalmente para el control de plagas en algodón. No se ha recomendado para hortalizas por que todavía no se han hecho estudios de posibles residuos en alimentos ni su efecto en el hombre. Su modo de acción es un inhibiendo la formación de quitina en el proceso de muda. En Malasia hay reportes de resistencia de PDD a clorfluazuron (Lim, 1988). Si bien no dio el efecto completo deseado, en comparación con las demás alternativas de productos su efecto en la plaga fue mayor. Estos resultados coinciden con los reportados por Herrera (1988), donde bajo condiciones de mayor incidencia de PDD, clorfluazuron fue el tratamiento mas efectivo durante dos épocas evaluadas.

A opinión de agricultores de la zona, el uso de metamidofos presenta el inconveniente de su olor desagradable. Su manejo ocasiona mareos y sensaciones de vómito. Algunos

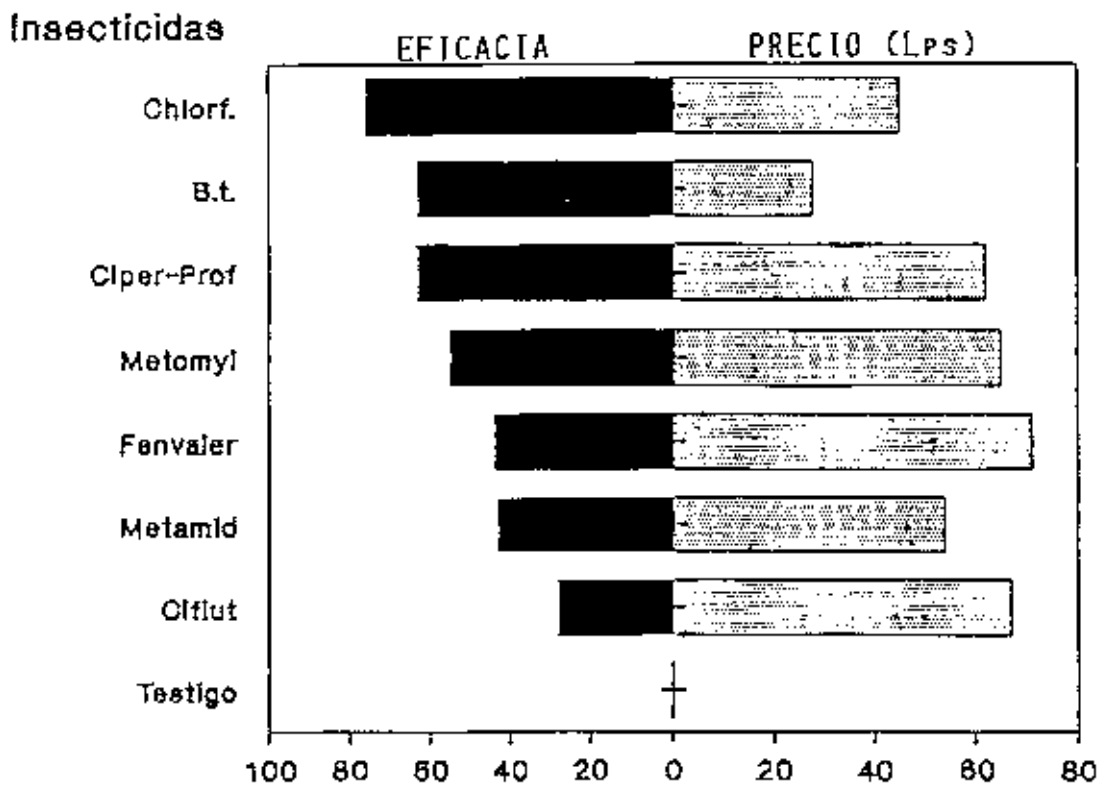


FIG. V-3 RELACIÓN ENTRE LA EFICACIA DE SIETE INSECTICIDAS Y SU PRECIO DE COSTO.

agricultores no se acostumbran a tomar todas las medidas de seguridad, llevando sus alimentos al campo e ingerirlos, unas horas después de haber iniciado las labores del día. Otro problema observado con metamidofos fue que el insecticida causó una pudrición en el borde de las hojas, principalmente cuando el cultivo se encontró en sus primeras etapas. Cuando el repollo ha cerrado (durante la formación de cabeza) los agricultores acostumbran a introducir la boquilla hasta el interior de la planta, aún cuando esto ocasione cierto daño a la misma. Opinan que el repollo se recupera con mayor facilidad del daño ocasionado con la boquilla que del daño de PDD en el cogollo. Sin embargo con el uso de metamidofos, observaron que el producto causó pudrición en las partes en que se dañó a la planta, lo cual por supuesto redujo la calidad del producto y aumentó la mortalidad de plantas en la parcela.

La formulación comercial de Bacillus thuringiensis (Dipel), es conocida por pocos productores del Rancho. Algunos productores opinan que su uso no ha sido significativo por la falta de conocimiento que se tiene del mismo. B.t. es uno de los productos más baratos que se encuentran en el mercado y por ser insecticida biológico, es el único insecticida, recomendado para repollo, que no ejerce ningún efecto adverso sobre la salud, el medio ambiente ni los enemigos naturales.

Ciflutrin y fenvalerato son productos piretroides resultaron con los valores más bajos de eficacia; esto puede indicar la probabilidad de niveles de resistencia existentes en la PDD a estos productos. Fenvalerato ya es conocido por los productores de la localidad; sin embargo, actualmente se ha dejado de usar por que a opinión de los agricultores, el producto no controla bien la PDD por que está elaborado con la misma calidad de antes; inclusive los agricultores comentaron que son los productores y los vendedores son responsables de una adulteración intencional del producto que resulta en una reducción del control que ejerce sobre la plaga.

Cipermetrina + profenofos (Tambo) ha sido el producto más conocido por los productores de la zona. Es un compuesto de 2 insecticidas de diferente familias químicas. La etiqueta del producto indica que la combinación de ambos compuestos (organofosforado y piretroide) resulta en un efecto sinergista contra la PDD. En este ensayo se observó que el uso por separado de 3 insecticidas similares a los componentes del Tambo, ciflutrin y fenvalerato (ambos piretroides) y metamidofos (un organofosforado) en comparación con el Tambo (cipermetrina + Profenofos) resultó en un mayor control para este último.

Metomil no es un producto utilizado en repollo por que los productores del Rancho, por hicieron ningún comentario favorable sobre la utilización de este insecticida en el cultivo.

2. Evaluación de 3 Insecticidas Químicos para el Control de PDD en un Sistema de Rotación con Bacillus thuringiensis en 2 Cultivares de Repollo y 2 localidades de Francisco Morazán.

El análisis de varianza para fechas de muestreo indica que a los 50, 57, 71, 78 y 85 dds las diferencias en niveles de infestación fueron significativas al 5%. A 64 dds las diferencias fueron significativas al 1%. Clorfluazuron solo y clorfluazuron rotado con B.t. presentaron los mejores resultados, con la mayor efectividad en el control de PDD. Los niveles poblacionales de PDD con clorfluazuron fueron en promedio 75% inferior que lo observado en el testigo, y 50% inferior que el promedio total de los tratamientos (Cuadro V-5).

La comparación ortogonal aplicada al grupo de tratamientos sin rotación y con rotación no fue significativa indicando que se obtuvo un nivel de control al igual que el uso solamente de químicos con la sustitución de químicos por el biológico al final del ciclo. Por lo tanto se considera efectiva la utilización de B. thuringiensis como producto

Cuadro V-5 Número total de larvas por planta de PDD observadas en 8 muestras en las localidades de la EAP y El Rancho, en las cultivos de Ixalco y Green Boy.

Tratamientos	Número de larvas por planta (1)					
	EAP		El Rancho		Promedio	
	Ixalco	G. Boy	Ixalco	G. Boy		
Bacillus thuringiensis	30	50	1.42	2.80		21.06
Cipermetrina + profenofos	34	81	1.86	3.48		30.03
Clorfluazuron	14	24	1.00	1.39		10.10
Metaldofos	40	54	3.33	5.28		25.65
Ciperin + Profenof. + B.t.	29	56	2.66	3.02		22.67
Clorfluazuron + B.t.	22	31	1.25	1.80		14.01
Metaldofos + B.t.	53	87	3.06	3.74		31.70
Testigo	57	97	4.01	6.98		41.25
Promedio	35	58	2.32	3.56		24.57

(1) Promedio de 3 réplicas, 10 plantas por réplica.

alternativo en el sistema de rotación (cuadro V-6). Tal práctica tienen algunas ventajas sobre la del uso exclusivo de los insecticidas químicos: es más económico usar B.t. que los químicos; se reduce el daño a enemigos naturales; se baja el riesgo al agricultor de manejar tantos químicos y se reduce el peligro de cosechar producto con residuos tóxicos al consumidor.

En la localidad de la EAP se observó mayor incidencia de PDD (Cuadro V-5). Las condiciones naturales prevalecientes en la EAP propician establecimiento de niveles altos de población. Además la utilización de plaguicidas ha sido más significativa y la plaga ha adquirido niveles muy altos de resistencia (Ovalle y Cave, 1989).

Se comparó los niveles poblacionales de PDD observados en los 2 cultivares en las parcelas testigos de ambas localidades, encontrando que la incidencia en el cultivar Green Boy fue un 40% mayor que lo observado en el cultivar Izalco (Cuadro V-5). Esto significa que existe diferentes niveles de tolerancia a la PDD dentro de los cultivares comerciales.

El análisis de varianza para calidad el repollo mostró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre tratamientos. Clorfluazuron (1.47) y clorfluazuron rotado con B.t. presentaron los mejores niveles de calidad con 1.47 y

Cuadro V-6 Promedio total de larvas por planta que se observaron en los tratamientos rotados y sin rotar.

Localidad	Cultivar	Solos(1)	Rotados(2)	Significancia
EAP	Izalco	29.00	36.00	ns
	Green Boy	46.00	51.00	ns
El Rancho	Izalco	2.33	2.33	ns
	Green Boy	3.34	2.74	ns

(1) No. de larvas/planta promedio de la suma de los tratamientos Ciper + Profenofos, Clorfluazuron y Metamidofos.

(2) No. de larvas/planta promedio de la suma de los tratamientos Cipermetrina + Profenofos, Clorfluazuron y Metamidofos rotados con B.t.

1.53, respectivamente (Cuadro V-7). El producto obtenido estuvo dentro del rango de aceptabilidad permitido por el mercado (menor que 3.00 en la escala de Chalfant) por lo cual el producto se consideró comercializable. El promedio de calidad en las parcelas sin tratamiento sobrepasó el nivel 3.0, este repollo se clasificará de calidad B en consecuencia el precio de venta podría reducirse de 25-50% menos que la mejor calidad (A) o bien el producto podría ser rechazado completamente.

En el cuadro V-8 se muestra el promedio del peso de los repollos (expresados en kg/ha) obtenidos en las 2 localidades y con los 2 cultivares. No se observó diferencias en rendimiento entre tratamientos, ni cultivares. Hubo diferencias en rendimiento entre los 2 lugares. Los mejores rendimientos se obtuvieron en la localidad de la EAP con una diferencia en peso de 10% mayor que lo obtenido en El Rancho. Esta diferencia puede atribuirse al nivel productivo con el cual se trabaja en las 2 localidades, específicamente, a las prácticas de cultivo como la fertilización y el riego.

Clorfluazuron fue el tratamiento más económico seguido por B.t. y clorfluazuron rotado con B.t. (Cuadro V-9). En los tratamientos metamidofos y cipermetrina+profenofos se redujo en un 25% el costo de sus aplicaciones, al haber incluido B.t. como producto alternativo mientras clorfluazuron rotado con B.t.

Cuadro V-7 Efecto de los insecticidas en la calidad del repollo cosechado en la EAP y en El Rancho, 1988

Tratamientos	Calidad del repollo (1)			
	EAP		El Rancho	
	Izalco	Green Boy	Izalco	Green Boy
Bacillus thuringiensis	2.00	2.66	1.88	1.55
Ciper. + Profenofos	2.33	3.32	2.13	1.88
Clorfluazuron	1.60	1.60	1.38	1.33
Metamidofos	2.10	2.16	2.48	2.44
Ciper. + Prof. rot B.t.	1.73	3.28	1.80	1.77
Clorfluazuron + rot B.T.	1.85	1.58	1.40	1.33
Metamidofos rot B.t.	1.83	2.00	2.73	2.22
Tertigo	2.32	4.13	3.73	2.77
Promedio	2.06	2.46	2.20	1.92

(1) Escala Chaifant con valores 1 (malo) a 6 (muy dañado)

(2) Valores mayores que 3.00 se consideran calidad B lo que significa una reducción entre 25-50% del precio de venta.

Cuadro V-8 Rendimiento del papallo expresado kg/ha considerando una población de 35,000 plantas/ha.

Tratamientos	EAP		El Rancho		Prosedio
	kg/ha		Izalco	G. Boy	
	Izalco	G. Boy	Izalco	G. Boy	
B. Inyungiensis	78840	68886	69340	77477	72868
Ciper# + Profen.	76840	85431	74285	79161	77437
Clorfluazuron	86388	82250	74772	76369	78843
Metamidofo#	74772	74454	71590	67931	72167
Ciper# + Prof + rot B.t.	72386	77477	75250	68454	69842
Clorfluazuron + rot B.t.	78431	80204	72704	78840	78548
Metamidofo# + B.t.	80022	81613	70000	79180	76204
Testigo	73839	68886	64750	65227	68128
Prosedio	77654 <sup>a</sup>	76660 <sup>a</sup>	71212 <sup>b</sup>	70468 <sup>b</sup> (2)	74495

Significancia

\* Diferencias significativas al P < 0.05 según prueba Duncan.

\*\* Diferencias significativas al P < 0.01 según prueba Duncan.

(2) Diferencias al 5% entre localidades y cultivares.

Cuadro V-3 Costo de los productos aplicados en la evaluación de 4 insecticidas con precios aproximados para una ha.

Tratamientos	Precio de 1 kg Lps	Dosis de producto comercial --kg/ha--	Precio de 1 aplicación Lps/ha	Precio de 7 aplicaciones Lps/ha
B. thuriniensis	72	0.6x0	47	329
Ciperm + Prof.	90	1.000	90	630
Clorfluzuron	300	0.150	45	315
Metaldofos	42	1.800	75	525
Ciperm + Prof. + B.t.	90+72	1.00+0.65	90+47	458
Clorfluzuron + B.t.	300+72	0.15+0.65	45+47	388
Metaldofos + B.t.	42+72	1.80+0.65	75+47	414
Testigo				

aumentó en un 16% el costo de 7 aplicaciones sobre el tratamiento con clorfluazuron (Cuadro V-10)

### E. Conclusiones.

Los tratamientos de mayor eficacia en control de PDD y calidad del producto en la evaluación de 7 insecticidas fueron Clorfluazuron, B.t y cipermetrina + profenofos. En el estudio de rotación de productos clorfluazuron, clorfluazuron rotado con B.t cipermetrina + profenofos rotado con B.t. produjeron el mejor control de la plaga y la mejor calidad del producto.

El uso de rotaciones que incluyeron B.t. serían los mejor que aplicaciones exclusivamente con insecticidas al significar un ahorro en el costo y disminución del riesgo para la salud humana y el medio ambiente. La efectividad y economía de clorfluazuron hacen que se recomiende mayor investigación para su uso en cultivos de consumo humano. Sin embargo sus ventajas podrían ser pasajeras, particularmente por los reportes de resistencia que se han hecho en otras regiones (Lim, 1988).

'Izalco' presentó niveles de tolerancia más altos que 'Green Boy' considerando que no se encontraron diferencias en calidad ni rendimiento se recomienda la utilización de 'Izalco' en aquellas zonas con altas infestaciones de PDD

Los niveles poblacionales de PDD fueron mayores en la EAP, donde la utilización de agroquímicos es más frecuente y

Cuadro V-10 Análisis comparativo del costo de los tratamientos con y sin rotación:

Valor en lempiras de 7 aplicaciones (1)

Tratamientos	Sin rotación	Con rotación	Ahorro	Porcentaje
Clorfluazuron	315.00	368.00	-54.00	-16%
Cipermet + Prof	630.00	458.00	172.00	27%
Metamidofos	529.00	414.00	114.00	22%

(1) Precios para 1988

la probabilidad de resistencia de la plaga es muy alta. Sin embargo se obtuvo mayores rendimientos con ambos cultivares evaluados en este sistema de producción.

El haber incluido B.t. en las rotaciones no redujo la eficacia en control ni calidad del producto, por lo tanto considerando que además de esto hubo una reducción del 25% en el costo de las aplicaciones se recomienda la utilización de rotaciones que incluyan B.t. El uso de productos biológicos a través de rotaciones es una técnica de control que eventualmente puede contribuir con el establecimiento de un control biológico sostenido, permitiendo además la utilización de otras tácticas de control menos nocivas para el ser humano y el medio ambiente.

La participación de agricultores un enfoque dio más aplicado de la investigación. Las apreciaciones hechas por algunos de ellos evidencian la necesidad de intentar dar más campo a sus propuestas. Algunas observaciones de los agricultores no estaban contempladas en la metodología del ensayo. Algunos cambios sobre el manejo de las parcelas fueron sugeridos por el productor. Variables como el incremento en el costo de los productos, la disponibilidad de los insecticidas en el mercado y las fluctuaciones de precios en el producto cosechado, son apreciaciones que el agricultor considera para decidirse por una táctica de control.

## X. RESUMEN

La Palomilla Dorso de Diamante, Plutella xylostella L., es la principal plaga entomológica del repollo (Brassica oleracea var. capitata) en Honduras. El uso de productos químicos a sido la base para su control. Como consecuencia de su amplio uso la plaga ha desarrollado resistencia, lo que ha originado que se haga un uso indiscriminado de los productos químicos, sin reparar en las consecuencias sobre los enemigos naturales, otros organismos no plagas, la salud humana y en general, sobre todo el ecosistema. Con la idea de minimizar el uso de productos químicos se hizo una evaluación de 4 alternativas de control: Natural, Químico y Microbiológico, Cultural y Pitogenético.

En control natural se hizo un estudio de laboratorio para evaluar el efecto de cuatro temperaturas constantes sobre la duración del ciclo de PDD; se hizo un estudio durante 3 épocas para relacionar los factores de lluvia y temperatura, con la dinámica de PDD y finalmente con los resultados de 14 ciclos de cultivo se hizo una relación entre la edad del cultivo y la infestación de PDD. Las temperaturas altas disminuyeron la duración del ciclo y las bajas lo aumentaron. La incidencia de lluvias y la presencia de temperaturas mínimas inferiores a 15 °C redujeron los niveles de

ANEXOS

## ANEXO 1

### ESCALA CHALFANT PARA DETERMINAR DAÑO POR DEFOLIACION PARA EVALUAR CALIDAD DE LAS CABEZAS DE REPOLLO

- 1: Sin daño aparente de insectos.
- 2: Con ataque menor de insectos en hojas envolventes (0 a 1 % de la hoja dañada).
- 3: Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes, pero sin daño a la cabeza (2 a 5 % de la hoja dañada).
- 4: Con ataque moderado de insectos en hojas envolventes y ataque menor en la cabeza (6 a 10 % de daño en la hoja).
- 5: Moderado a fuerte ataque en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza (11 a 30 % de daño).
- 6: Considerable ataque de insectos en las hojas envolventes y en las hojas de la cabeza, presentando numerosas raspaduras en la cabeza (más de 30 % de daño).

NOTESE QUE: 1 a 3 es daño en las hojas envolventes sin afectar la cabeza (Calidad A).

0 4 a 6 es daño en las hojas envolventes con daño en la cabeza (Calidad B).

Anexo 2 Daño por PDD, evaluado a 70 días y a la cosecha, para 3 épocas siembra (1).

Nivel de daño (2)

Líneas y Cultivares	Verano 1988		Invierno 1988		Verano 1989	
	70 días	Cosecha	70 días	Cosecha	70 días	Cosecha
GREEN EDI (3)	5.0	4.0	3.3	4.5	2.1	3.6
17ALCO (3)	4.8	3.2	3.4	4.8	1.8	3.1
ERAYO(4)	5.0	5.0	3.4	5.0		
35E2(4)	4.6	3.3	2.3	3.6		
3873(4)	4.3	5.0	2.0	3.3		
3829(4)	4.8	3.7	2.2	3.4		
3890 (5)	2.1	1.3	1.2	1.7		
3892 (5)	2.4	1.3	1.1	1.8		
3893 (5)	3.0	2.3	1.2	1.9		
131(4)			3.2	3.3		
2542(4)			1.7	3.5		
2557(4)			3.1	3.7		
2822(4)			3.7	3.1		
2824(4)			2.6	4.2		
3801(4)			3.0	3.6		
3602(4)			3.0	2.8		
3303(4)			2.6	4.5		
5651 (5)					1.90	2.8
5654 (5)					1.93	3.3
5664(4)					1.96	3.0
5667(4)					1.60	3.3
566E(4)					1.56	2.9
Signif (6)	**	**	**	**	**	ns
D.S (7)	0.64	0.81	1.20	1.32	0.26	--
Cof. var	6.71 %		21.02 %	17.24 %	5.70 %	--

(1) Evaluaciones utilizando escala de 1 a 5 para planta sin daño y planta muy dañada respectivamente.

(2) Datos promedio de 3 réplicas y 10 plantas por réplica.

(3) Cultivares testigo

(4) líneas no brillantes

(5) líneas brillantes

(6) Diferencias significativas al 1% (\*\*\*) o no significativa (ns)

(7) Diferencia línea significativa para la probabilidad dada.

## VI. CONTROL CULTURAL

### A. Introducción

En la producción de repollo el uso de riego por aspersión es la forma más común de procurarle agua al cultivo. En Honduras, aproximadamente el 80% de los productores de repollo cuentan con sistemas de riego por aspersión. El riego aéreo en cierta forma reproduce los efectos de la lluvia excepto que con este sistema, la fuerza con que golpea el agua contra las hojas es mucho menor y el efecto contra las plagas es menos nocivo. Harcourt (1986) indicó que la lluvia es un importante factor de mortalidad PDD y los individuos más susceptibles son las larvas de primer y segundo estadio. El agua también puede lavar los huevos de PDD y causar ahogamiento de las larvas más jóvenes.

Harcourt (1957) indicó que la actividad ovipositiva de PDD se incrementa al atardecer. La actividad de P. xylostella se incrementa a partir de la deposición del sol (6:P.M.) y dura por tres horas (Ruiz, 1988). Considerando que la infestación de PDD es reducida por la lluvia (Talekar et al., 1986), se esperaría que hubiera cierto efecto sobre la plaga al tratar de exponerla bajo condiciones artificiales de lluvia durante el período de mayor actividad ovipositiva de la plaga.

### B. Objetivo de la investigación

Evaluar el efecto del riego aéreo, el efecto del control químico y el efecto del riego aéreo combinado con insecticida, en el control de la PDD a través de un ciclo de cultivo.

### C. Materiales y metodos

#### 1. Fecha y Localización del Ensayo

Este ensayo se llevó a cabo de marzo a junio de 1988 en los campos del Departamento de Horticultura de la EAP.

#### 2. Instalación del Sistema de Riego Aéreo

Para la aplicación de riego aéreo se instaló un equipo de 6 aspersores, distribuidos en una sola hilera. El agua se obtuvo de una fuente de agua potable a la cual se conectó permanentemente el equipo de aspersion. Se utilizó un manómetro para calibrar la presión de agua a 25 psi. Las parcelas fueron distribuidas a ambos lados de la línea de aspersores (Fig. VI-1).

#### 3. Diseño Experimental y Tratamientos

Se utilizó el cultivar Izalco, variedad híbrida adoptada principalmente por los productores de la zona de Siguatepeque. Las plantas se sembraron en semillero y el trasplante se hizo a los 24 dds. A los 16 dds se hizo una aplicación del

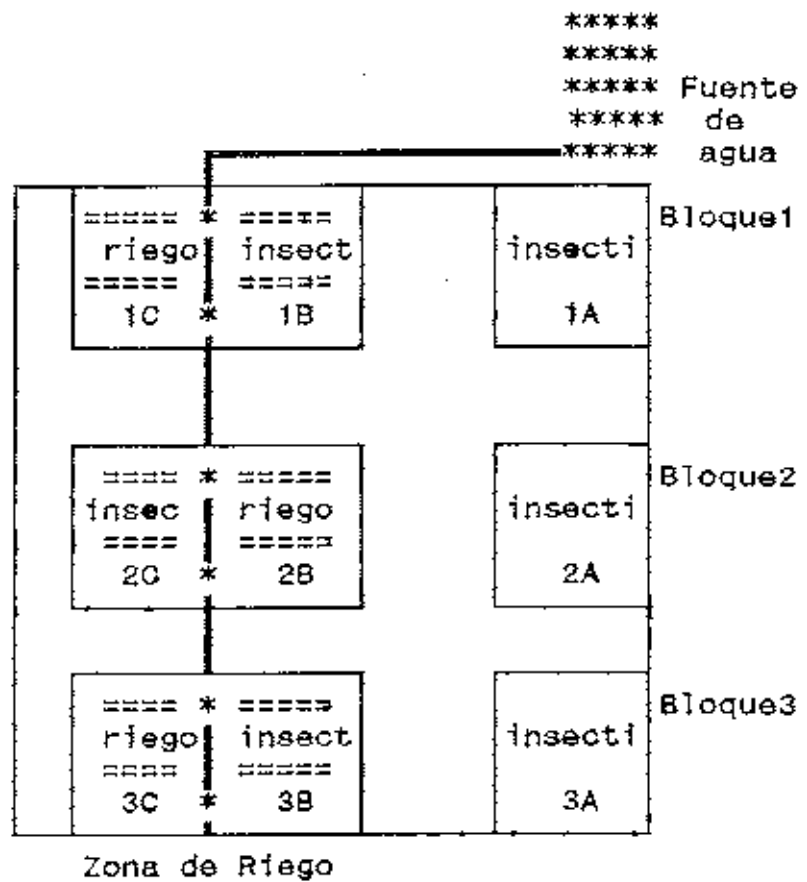


Fig. VI-1 Mapa de campo para la evaluación del efecto del riego para el control de la PDD, en la EAP.

insecticida cipermetrina + profenofos a una dosis de 0.04 y 0.40 kg i.a./ha para combatir daño por crisomélidos y PDD. Se fertilizó el cultivo según las recomendaciones del Departamento de Horticultura de la EAP (Ver capítulo IV)

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 3 tratamientos y 3 réplicas, los tratamientos fueron los siguientes:

- a) Uso de insecticida.
- b) Uso de riego por aspersión.
- c) Uso de riego por aspersión + insecticida

Se utilizó el insecticida Cipermetrina + Profenofos a razón de 0.4 y 0.04 kg i.a./ha. agregando 1 cc de adherente Adhsee a la mezcla de producto. El tamaño de las parcelas fue de 31.5 m, distribuidos en 6 surcos de 7.5 m de largo a 0.7 m entre surcos y 0.40 m entre planta. El riego se aplicó diariamente a partir de las 5:45 p.m. y durante 15 minutos.

#### 5. Toma de Datos y Análisis

Se hicieron muestreos de la PDD durante cada semana a partir de los 35 dds. Para el muestreo se seleccionaron 10 plantas al azar y se aplicó la técnica de muestreo comercial. Se hizo un recuento para determinar la cantidad de larvas de PDD por planta. Los datos de muestreo de larvas de PDD fueron transformados con la fórmula raíz cuadrada del número de

larvas + 0.5. En los tratamientos que incluyeron aplicación de insecticidas el criterio para aplicar fue el de nivel crítico de 1 larva en 10 plantas.

A la cosecha se tomaron muestras de 10 repollos por parcela de los que se obtuvieron datos de peso (Kg) y calidad de la cabeza usando la escala de Chalfant con valores de 1 a 6 para producto sano y dañado, respectivamente.

Se hizo un análisis de varianza para las variables de niveles de infestación a varias fechas de muestreo y calidad y rendimiento del producto. Se aplicó la prueba Duncan para separar medias con valores significativos al 1 y 5%. Se hizo una comparación entre número de aplicaciones, en los tratamientos de insecticida, con y sin riego por aspersión.

#### D. RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en niveles de infestación para 41, 48 y 52 dds; y diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) a los 45, 70, 76 y 90 dds (Cuadro VI-1). El tratamiento más efectivo en control de PDD fue el de riego + insecticida, presentando los niveles más bajos de infestación durante el ciclo: 4.04 larvas/planta totales. El segundo tratamiento de mayor efectividad fue el de insecticida solo, con 7.6 larvas/planta durante el ciclo.

Cuadro VI-1 Número de larvas por planta de PUP observadas durante diferentes fechas de muestreo, en la evaluación de riego aéreo aplicado al algodón en la EXP (1).

Tratamientos	Días después de la siembra												Total	
	41	46	52	58	64	67	70	73	76	80	83	87		90
Insecticida(2)	0.06 b	0.03 a	0.36 b	0.50 a	0.53	0.60	0.36	0.48 b	0.63	0.46	0.26	0.40	0.60 a	0.53 a
Riego	0.43 a	0.30 b	0.80 c	0.37 b	0.40	0.40	0.80	0.60 a	0.50	0.60	0.30	0.20	0.30 b	0.53 a
Insec + Riego	0.00 e	0.09 c	0.50 b	0.55	0.37	0.20	0.36 c	0.30	0.03	0.16	0.10	0.13	0.08 c	0.04 b
Significancia(3)	**	*	a	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	ns	ns	**	*

(1) Datos promedio de 3 réplicas.

(2) Se utilizó el insecticida cipermetrina + profenofos (Tando) a una dosis de 0.04 + 0.40 Kg l.a./ha.

(3) Diferencias significativas al 1% (\*\*), al 5% (\*) o no significativa (ns).

(4) Separación de medias por la prueba Duncan; medias con la misma letra dentro de la columna son diferentes al 5% de significación del ANOVA.

El tratamiento de riego, presentó el mayor número de larvas de PDD, con nivel de 8.6 larvas/planta totales durante el ciclo. Para el número total de larvas por planta, no hubo diferencias entre los tratamientos con riego e insecticida. En la Figura VI-2. se muestra el número de larvas de PDD a través de las diferentes fechas de muestreo. Estos datos coinciden con los reportados en Taiwán, donde el uso de riego aéreo tuvo igual efecto que el insecticida, en el control de PDD (Talekar et al., 1986). El efecto del riego aéreo aplicado durante la hora en que ocurre la mayor actividad de la plaga, se puede deber a que el agua golpea contra las larvas que se encuentran alimentando sobre la superficie de la hoja, lavándolas y retirándolas de la planta, además el riego podría ocasionar disturbios en los adultos, obligándolos a volar fuera del área de riego, esta condición estaría interfiriendo en su desenvolvimiento normal, reduciendo su potencial de infestación.

Los mejores rendimientos (peso) se obtuvieron en parcelas bajo riego, con un promedio de 2.15 kg/repollo lo cual daría un rendimiento de 72,250 kg/ha. El mayor peso de estos repollos probablemente fue debido a que no hubo suministro igual de humedad para todas las parcelas. Las diferencias en rendimiento entre parcelas bajo riego no fueron significativas (cuadro VI-2)

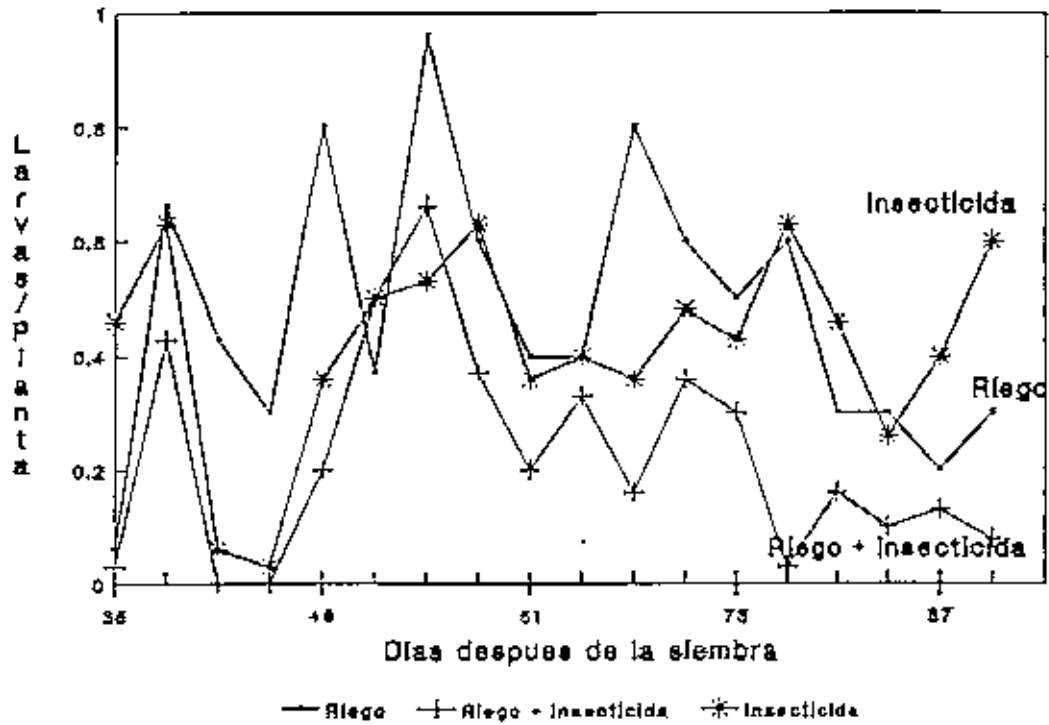


Fig Vi-2 Efecto de tres tratamientos en el control de la PDD en La EAP

Cabezas de repollo con daño menor de PDD se encontraron en parcelas con riego + insecticida con valores de calidad 1.0 según la escala de Chalfant. En los tratamientos de insecticida y de riego separados, los valores de calidad fueron de 2.6 para ambos, no mostrando diferencia significativa. Según los resultados fue igual aplicar insecticida que aplicar riego, excepto que parcelas con riego, tuvieron mayor cabezas con mayor peso.

Cuadro VI-2 Resultados de peso por cabeza y calidad, observados al momento de la cosecha.

Tratamiento	Peso cabeza (kg)	Rendimiento (kg/ha)	Calidad
Insecticida	1.64 a <sup>(1)</sup>	57,590 a	2.6 a
Riego	2.15 b	72,250 b	2.6 a
Insecticida + Riego	2.00 b	70,000 b	1.0 b
Significancia	5%	5%	5%

(1) Medias seguidas con la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidad, según prueba Duncan.

El número de aplicaciones totales de insecticida para ambos tratamientos fue 13, y 10 para los tratamientos de insecticida e insecticida mas riego (Cuadro VI-3).

Cuadro VI-3 Número de aplicaciones realizadas en los tratamientos que incluyeron insecticida'

Bloque	Riego + insecticida	insecticida	Diferencia
I	10	12	2
II	11	13	2
III	9	13	4
Promedio	10	12.66	Ahorro 2.66 = 3

Los datos obtenidos en Taiwán (Talekar et al., 1986) también mostraron que el riego aéreo redujo la infestación de PDD y aumentó el rendimiento en el cultivo.

#### E. CONCLUSIONES

El uso de riego aéreo combinado con control químico dio mayor protección al cultivo, mayor peso por cabeza y mejor calidad del producto. Sin embargo bajo las condiciones en que se hizo el ensayo, reproducir este mismo método podría resultar no económico.

No se encontró diferencias en la calidad del producto entre parcelas con riego (solo) y parcelas con insecticida (solo), la diferencia entre ambos tratamientos fue en el peso de los repollos cosechados.

Considerando que aproximadamente un 80% de los productores de Honduras cuentan con facilidades de riego aéreo, habría mayor posibilidad de implementar esta técnica

bajo la metodología antes indicada, el inconveniente sería en la hora de su aplicación, dado que normalmente los productores de repollo no riegan a la hora de mayor actividad de la PDD.

El uso de riego aéreo es una alternativa compatible con otras tácticas de control y sería de mucho beneficio en la implementación de un programa de control biológico.

## VII. CONTROL FITOGENETICO

### A. Introducción

La incorporación de variedades cultivares resistentes es un método ideal para ejercer un control ecológicamente adecuado y altamente compatible con otras tácticas de control (Andrews y Quezada, 1989). Es una alternativa de fácil adopción y muchas veces de bajo costo para los productores, además no representa riesgo para enemigos naturales. Sin embargo en la producción de repollo en la región centroamericana, no se conocen cultivares comerciales con características de resistencia significativa a la PDD. En el caso de los híbridos Izalco y Green Boy que son los cultivares de mayor uso en la región, el Izalco ha demostrado mayor tolerancia a la PDD (MIP/CATIE, 1988)

La Universidad de Cornell, estado de Nueva York, a través de su estación experimental, ha establecido un programa de fitomejoramiento encaminado a la identificación y desarrollo de materiales de crucíferas con resistencia a lepidópteros, principalmente a PDD (Shelton, et al., 1988). El principal hallazgo fue la identificación de una línea de coliflor en Australia con un alto grado de tolerancia al ataque de lepidópteros y una coloración verde oscuro y brillante, atribuida a un gene llamado Glossy (Dickson et al., 1986).

Esta cualidad de brillo que parece ser la causa de la resistencia fue incorporada en repollo, y ya se ha realizado pruebas de resistencia tanto en laboratorio como en el campo en países incluyendo Holanda, Filipinas, Estados Unidos y República Dominicana. Bajo condiciones de infestación natural (sin aplicación de insecticidas) se ha observado niveles significativos de resistencia a PDD en comparación con cultivares no brillantes.

En Honduras, la zona del Zamorano es quizás la región con los mayores problemas de incidencia y daño de PDD. En el verano, bajo condiciones de infestación natural, los niveles de infestación pueden alcanzar valores de 200 a 400 larvas en una planta (A. Montes, comunicación personal). Esto es debido primero a su ubicación (800 msnm), que propicia condiciones de clima ideales para el efectivo desarrollo de la plaga, y segundo al alto uso de insecticidas químicos, lo que ha generado poblaciones resistentes a productos comúnmente usados (Ovalle, 1989). Por lo tanto, El Zamorano, representa una zona propicia para una evaluación de la resistencia de las líneas brillantes.

Se inició un programa cooperativo entre la Universidad de Cornell y la EAP, y se hicieron durante 2 años, 3 evaluaciones de campo para determinar la resistencia de un grupo de líneas a la PDD. Se incluyeron: líneas brillantes y líneas no brillantes, en varios estados de mejoramiento que habían mostrado grados de tolerancia a PDD en pruebas

realizadas en Nueva York. Como las evaluaciones se hicieron en condiciones de baja infestación natural, e infestaciones artificiales, se quiso probar materiales bajo las condiciones naturales de alta incidencia de PDD en El Zamorano.

### **B. Objetivo de la Investigación**

El objetivo de la investigación fue de determinar los niveles de resistencia de 20 líneas de repollo, procedentes de Cornell, tanto brillantes como no brillantes, comparándolas con cultivares de uso local bajo las condiciones de infestación natural de PDD en Honduras.

### **C. Materiales y Métodos**

#### **1. Fecha y Localización de los Ensayos**

Esta investigación se llevó a cabo durante el invierno y el verano de 1988 y en el verano de 1989, en los campos del Departamento de Horticultura de la EAP.

#### **2. Diseño Experimental y Tratamientos**

Para las 3 siembras se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con 9 tratamientos (líneas y cultivares comerciales) para la época de verano de 1988, 17 tratamientos para la época de invierno de 1988 y 7 tratamientos para la época de verano de 1989. En cada ciclo se sembraron 3 réplicas. Las líneas se evaluaron en 3 grupos

de materiales de acuerdo a sus características:

a. Líneas brillantes procedentes de Cornell (glossy); 3 en verano de 1988; 3 en invierno de 1988; y 2 en verano de 1989.

b. Líneas no brillantes procedentes de Cornell (no-glossy); 3 en verano de 1988, 11 en invierno de 1988, 3 en verano de 1989.

c. Cultivares testigos (híbridos de uso comercial); 2 durante las épocas de verano e invierno de 1988 y 2 durante la época de verano de 1989.

Las líneas evaluadas en cada una de las siembras están enumeradas en el Cuadro VII-6.

En las épocas de verano e invierno de 1988 cada parcela consistió de un surco de 4 m de largo en el cual se colocaron 10 plantas de cada variedad, utilizando un distanciamiento de 0.75 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. En la época de verano de 1989 cada parcela consistió de 4 surcos de 10 plantas cada uno, con la misma densidad de siembra, haciendo un total de 40 plantas por parcela. Las fechas correspondientes a los ciclos de cultivo para los 3 ensayos se encuentran en el Cuadro VII-1.

Cuadro VII-1. Fechas de siembra, trasplante y cosecha de tres ensayos de líneas resistentes a PDD en el Zamorano.

Labores realizadas	Verano 88	Invierno 88	Verano 89
Fecha de siembra	25 enero	7 marzo	25 enero
Fecha trasplante	16 febrero	5 abril	15 febrero
Fecha cosecha	10 mayo	15 junio	7 mayo

Se fertilizó los cultivos siguiendo la recomendación del Departamento de Horticultura de la EAP; 190-230-0 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K) kg/ha, utilizando 18-46-0, y 46-0-0 en 2 aplicaciones suplementarias a los 10 y 25-30 días después del trasplante. El trasplante fue a los 20-25 días, con plantas producidas en semilleros (raíz desnuda), en las siembras de 1988 y con plantas producidas en bandejas (con pión) en la siembra de verano de 1989. En la etapa de establecimiento en el campo definitivo, se utilizó riego aéreo durante las 2 primeras semanas; posteriormente se hicieron riegos por gravedad cada 3 días. No se hicieron aplicaciones de insecticida.

### 3. Toma de Datos y Análisis

La resistencia se evaluó bajo el criterio de incidencia poblacional (número de larvas de PDD observadas por planta). Esto se efectuó a través de un muestreo durante cada semana, a partir de los 42 dds (15 días después del trasplante). En las siembras de 1988 se evaluaron todas las 10 plantas de la

parcela y en la prueba de verano de 1989 se muestrearon 10 plantas al azar. Se evaluó el daño por PDD a 70 dds y a la cosecha, utilizando una escala de 1 a 5 (1=planta sin daño, 5=planta muy dañada)

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar diferencias entre la incidencia poblacional de PDD a diferentes edades del cultivo y los niveles de daño. Se aplicó la prueba Duncan para medias con valores significativos al 1 y 5%.

Ocho repollos brillantes y 5 repollos del cultivar Green Boy, obtenidos del ensayo de la época de invierno de 1988 fueron llevados a las casas y lotes de 17 productores de las localidades de El Rancho y Tatumbula y se hizo una encuesta informal, para obtener una idea de la aceptabilidad de los repollos brillantes en comparación con los repollos tradicionales. De los resultados se logró obtener opinión sobre 9 criterios: 1) tamaño de cabeza, 2) compactación, 3) peso, 4) textura de las hojas, 5) tamaño de planta, 6) brillo, 7) diferencias al eliminar hojas envolventes, 8) rechazo por el color, y 9) aceptación del repollo.

### E. Resultados y Discusion

En los ensayos de 1988, se observaron niveles de germinación más altos para los cultivares testigo (Izalco y Green Boy) que en las líneas experimentales; para el verano de 1989 los porcentajes de germinación fueron bastante altos en todos los tratamientos (Cuadro VII-2). Esto se pudo deber al estado de mejoramiento de las líneas evaluadas y al mayor control que se tuvo con la siembra hecha en condiciones de invernadero. En los cultivares testigos se observó un crecimiento más acelerado y vigoroso debido a que Izalco y Green Boy son cultivares ampliamente adaptados a la región.

Cuadro VII-2 Porcentajes de germinación para las líneas y cultivares en tres épocas de siembra, en la EAP(1).

Tratamientos	Porcentaje de germinación(2)		
	Verano 88	Invierno 88	Verano 89
Brillantes	54	42	90
No brillantes	61	65	86
Testigos	93	88	95

(1) Datos tomados 5-7 días después de la siembra.

(2) Datos promedio de 150 semillas por línea en 1988 y de 300 semillas en 1989.

Las líneas brillantes fueron menos susceptibles al ataque de PDD, con niveles de infestación menores que los observados

en las líneas no brillantes y cultivares testigos. Para las 3 siembras, entre 50 y 60 dds las diferencias entre grupos de líneas en niveles de infestación llegaron a ser significativas ( $P \leq 0.01$  y  $P \leq 0.05$ ) (Cuadros VII-3, VII-4 y VII-5). Los resultados de cada línea dentro de los grupos se presentan en el Anexo II). Es a partir de este momento en que se inicia normalmente la formación de cabeza y el daño que se pueda causar afectará severamente la calidad del producto. En el verano de 1988 el daño de PDD fue tan severo que aproximadamente un 80% de las plantas de los cultivares testigo, no formaron cabeza. Estos datos coinciden con lo observado en Filipinas en donde los resultados demuestran que no existe completa inmunidad, pero si niveles aceptables de resistencia (Dickson et. al, 1986).

Las líneas no brillantes mostraron mayor tolerancia al ataque de PDD que los cultivares testigo, sin embargo no presentaron niveles de resistencia suficientemente altos para ser considerados como alternativas muy prometedoras.

En el invierno de 1988 y el verano de 1989 los niveles de población no fueron tan altos como ocurrió en el verano de 1988 en donde en su etapa más susceptible los testigos alcanzaron niveles de 108 larvas/planta (Fig VII-1, VII-2 y VII-3).

Los cultivares testigo fueron mucho más afectados por PDD

Cuadro VII-3 Promedio de larvas de PDC por planta, observadas durante el ciclo de verano de 1988 (1)

	Días después de la siebra							
	43	50	57	65	70	77	84	81
Lineas	0.0	0.4	1.2	3.8	6.2	1.7	0.0	2.0
Brillantes(2)	0.0	0.7	2.0	28.3	50.6	44.2	22.4	23.7
No Brillantes(4)	0.1	0.5	1.6	58.6	108.0	106.0	48.6	23.5
Significancia(5). n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	*	*	**	*

(1) Medias promedio de 8 bloques (30 plantas)

(2) Promedio de 3 lineas evaluadas

(3) Promedio de 4 lineas evaluadas

(4) Promedio de 2 cultivos evaluados

(5) Valores significativos al 1% (\*\*), al 5% (\*) o no significativo (n.s.) en ANOVA de lineas individuales.

Cuadro VII-4 Promedio de larvas de PDB por planta, observadas durante el ciclo de invierno de 1988(I)

	Días después de la siembra									
	43	50	57	63	70	77	84	91		
Líneas										
Brillantes(2)	0.0	0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
No brillantes(3)	0.9	0.9	1.9	2.9	3.0	4.7	3.9	3.9	3.9	3.9
Testigos(4)	0.6	0.5	1.3	11.2	13.0	21.0	24.0	24.0	9.0	9.0
Significancia(5)	ns	ns	**	**	**	**	**	**	**	**

(1) Medias promedio de 3 bloques

(2) Promedio de 3 líneas evaluadas

(3) Promedio de 12 líneas evaluadas

(4) Promedio de 2 cultivos evaluados

(5) Valores significativos al 1% (\*\*), y al 5% (\*) o no significativa (ns) en

ANDEVA de líneas individuales.

Quadro VII-5 Promedio de larvas de PDD por planta, observadas durante el ciclo de verano de 1969 (1)

Líneas	Días después de la siembra							
	43	50	57	63	70	77	84	91
Brillantes(2)	0.0	0.1	0.5	0.8	2.9	5.3	3.3	2.0
No brillantes(3)	0.1	0.3	0.7	2.0	3.6	7.1	6.8	3.7
Testigos(4)	0.1	0.9	1.0	3.3	10.5	9.8	7.1	8.0
Significancia(5)	ns	*	*	*	*	ns	ns	**

(1) Medias promedio de 3 bloques

(2) Promedio de 2 líneas evaluadas

(3) Promedio de 3 líneas evaluadas

(4) Promedio 2 líneas evaluadas

(5) Valores significativos al 1% (\*\*) y al 5% (\*) o no significativo (ns) en ANDEVA de líneas individuales

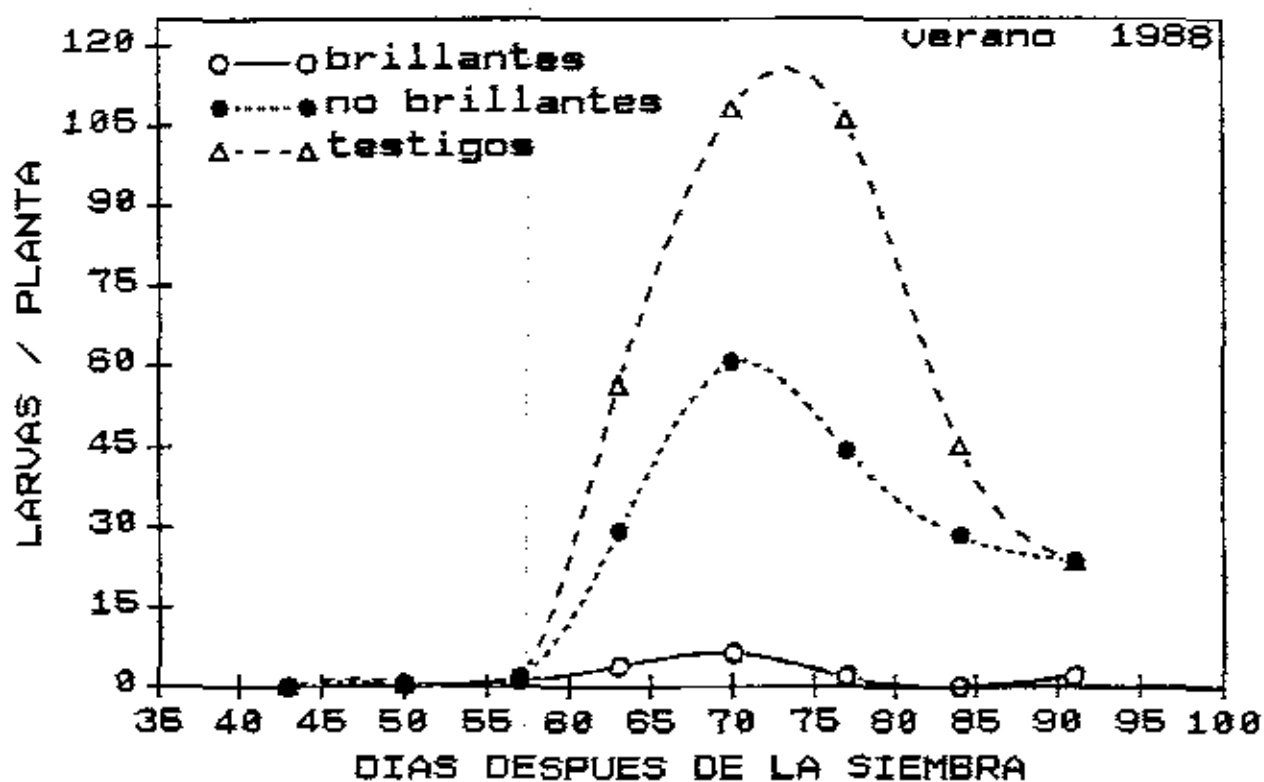


Fig. VII-1 Dinámica poblacional de PDD en tres grupos de líneas de repollo en el verano de 1988 en la EAP.

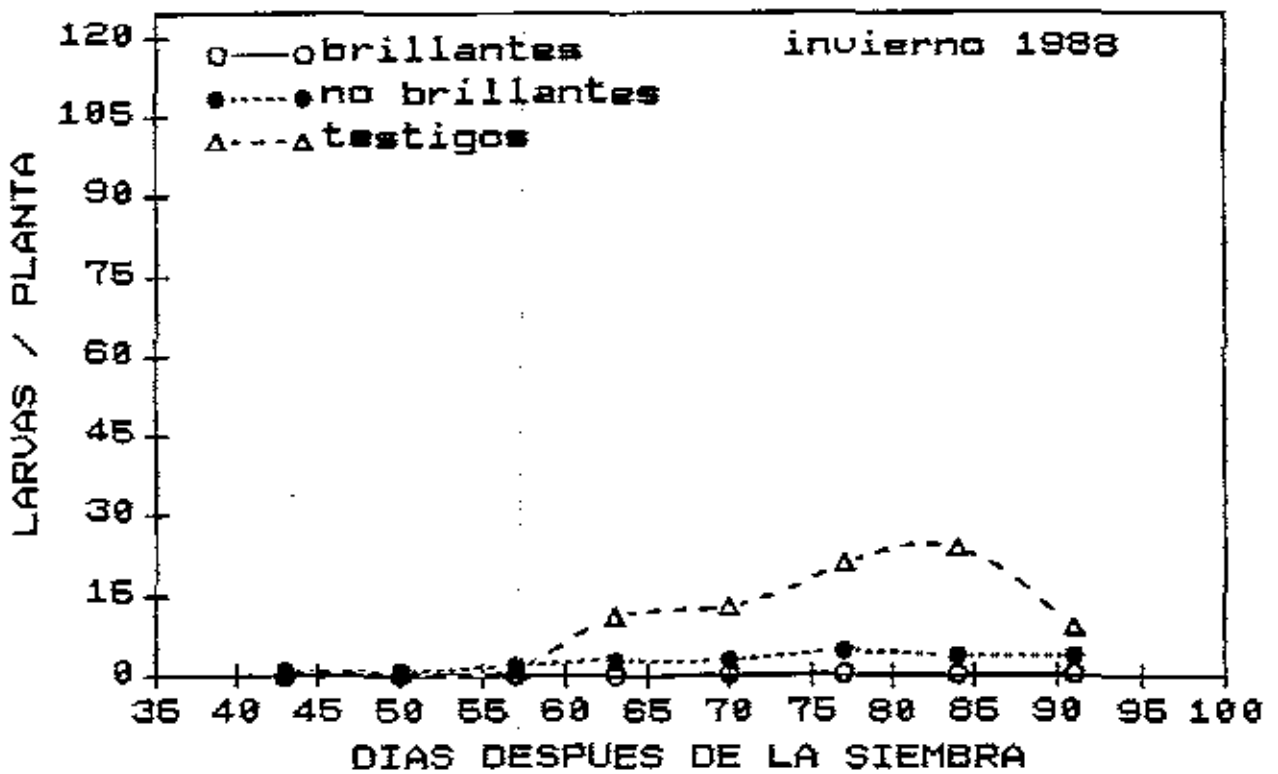


Fig. VII-2 Dinámica poblacional de PDD en tres grupos de líneas de repollo en el invierno de 1988 en la EAP.

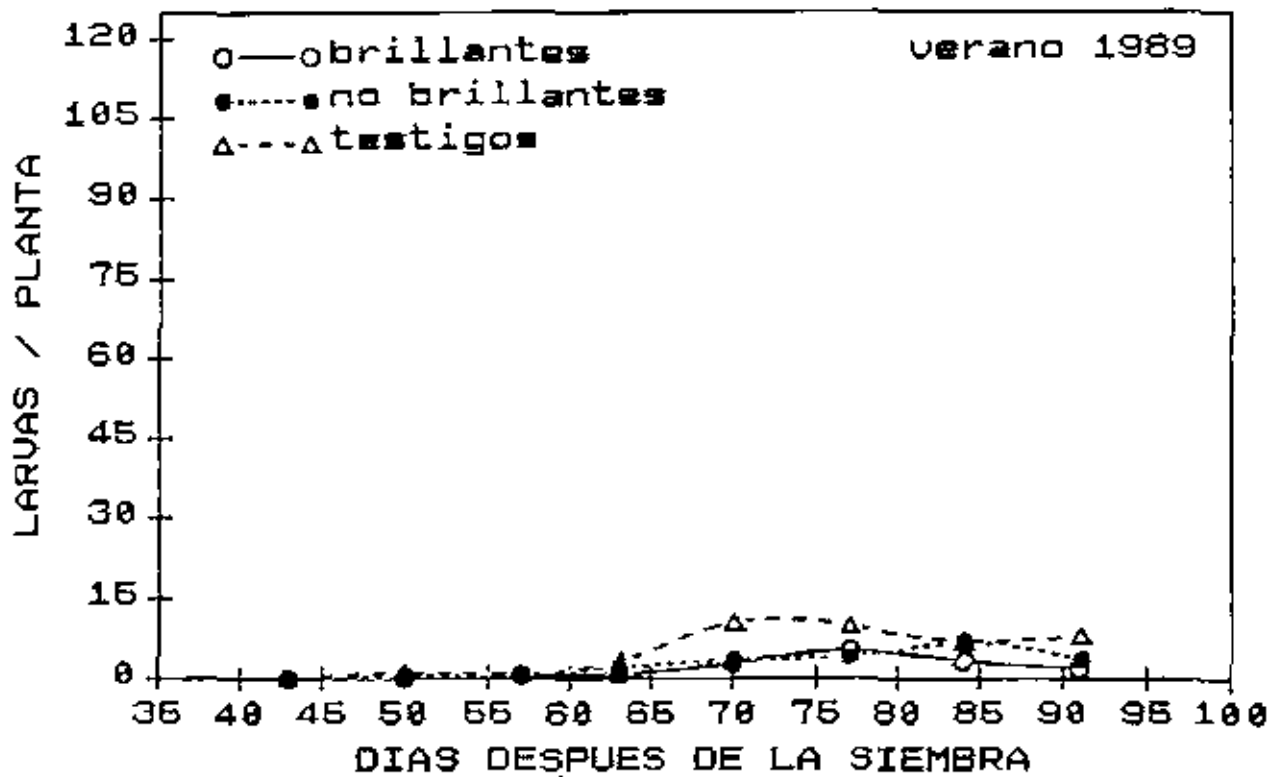


Fig. VII-3 Dinámica poblacional de PDD en tres grupos de líneas de repollo en el verano de 1988 en la EAP.

mostrando niveles de 5 en la escala de daño. Las diferencias en daño fueron altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para ambos ciclos de 1988 (Cuadro VII-6). Los resultados de cada línea dentro de los grupos se detallan en el Anexo III. Para 1989 no hubo diferencias en el daño evaluado a la cosecha, esto pudo deberse a que los niveles de incidencia de PDD fueron inferiores que en los dos ciclos anteriores.

De la encuesta de aceptabilidad realizada en el invierno 1989, un 76% de los entrevistados opinaron que la cabeza de las líneas brillantes fue muy pequeña; sin embargo un 82% indicaron que tuvo muy buena compactación. Unicamente un 35% opinó que el peso era aceptable. El 82% encontraron que las hojas de los repollos fueron más gruesas que la de los repollos tradicionales. El 94% indicaron que la hoja fue muy brillante, sin embargo después de eliminar las hojas exteriores el 70% opinó que el repollo brillante no fue diferente del repollo tradicional, sin embargo un 64 % opinó que el color podría ocasionar rechazo. Finalmente después de explicarles que los repollo fueron obtenidos sin insecticidas el 65% opinaron que estarían dispuestos a adoptarlos (Cuadro VII-7).

Cuadro VII-6 Daño por PDD a 3 grupos de líneas de repollo evaluado a 70 dds y a la cosecha en 3 épocas de siembra en la EAP.

	Nivel de daño (1)					
	Verano 88		Invierno 88		Verano 89	
	70 dds	Cosecha	70 dds	cosecha	70 dds	Cosecha
Brillantes(2)	2.5	1.6	1.2	1.8	1.9	3.1
No brillantes(3)	4.5	4.0	2.7	3.6	1.7	3.1
Testigos(4)	4.9	4.1	3.4	4.9	2.0	3.4
Signif(5)	**	**	**	**	**	ns
DMS (6)	0.64	0.81	1.20	1.34	0.26	-

- (1) Escala 1 = planta sin daño, 5 = planta muy dañada  
 (2) Promedio de 3 líneas en 1982; 2 en 1989; medias de 3 réplicas y 10 plantas por réplica de cada línea.  
 (3) Promedio de 3 líneas en verano de 1988; 1 en invierno de 1988; 3 en verano de 1989; medias de 3 réplicas y 10 plantas por réplica  
 (4) Promedio de 3 cultivares en verano 1988; 2 en invierno 1988; y 2 en verano de 1989; medias de 3 réplicas y 10 plantas por réplica de cada cultivar.  
 (5) Diferencias entre medias significante al 1% (\*\*) o no significante (ns) en ANDEVA de líneas individuales no agrupados  
 (6) Diferencia mínima significativa entre medias individuales, no agrupadas al 1%.

Cuadro VII-7 Opinión de 17 productores de repollo respecto a 9 criterios evaluados en repollos con cualidades de brillo (1)

OPINION				
	Si(2)	No(3)	He(4)	
1. Cabeza muy pequeña	78	24	0	
2. Buena compactación	82	11	7	
3. Buen peso	85	47	17	
4. La hoja es más gruesa	82	6	12	
5. Planta muy alta	82	18	0	
6. Color de la hoja muy brillante	84	6	0	
7. Sin hojas envoltivas difiere del repollo tradicional	25	70	5	
8. El color ocasionaría rechazo	84	5	18	
9. Aceptaría usted	85	29	6	

(1) Opinión de 10 productores del Rancho y 7 productores de Tatumbla.

(2) X de los productores que opinaron positivamente

(3) X de los productores que opinaron negativamente

(4) X de productores que no opinaron.

#### D. Conclusiones

Las líneas brillantes de Cornell mostraron niveles significativos de resistencia a la PDD. Sin embargo requieren mejoramiento de sus cualidades agronómicas para que tengan mayor aceptación.

En el trópico las condiciones naturales propician el establecimiento de altas poblaciones de P. xylostella. Esta presión ofrece un lugar para la selección y evaluación de resistencia a PDD.

El establecimiento de variedades resistentes no será la respuesta definitiva al problema de P. xylostella sin embargo será compatible con otras tácticas de control que eventualmente podrán reducir el uso irracional de los insecticidas.

Por el grado de resistencia, las líneas brillantes parecen ser más prometedoras que las líneas no brillantes, a pesar de su apariencia distinta a los cultivares de uso comercial.

Las líneas brillantes no están disponibles en el mercado y pasará algún tiempo para que puedan comercializarse, lo que hace necesario involucrar a las personas que directamente

serán beneficiarias de este esfuerzo de manera que contribuyan en la orientación de los puntos más delicados que deban mejorarse.

### VIII. CONCLUSIONES GENERALES

- 1- El ciclo de vida de la PDD se reduce a medida que aumenta la temperatura. La duración promedio del ciclo de PDD de 4 temperaturas constantes y una temperatura bajo condiciones de ambiente, fue de 20.5 días.
- 2- En 14 evaluaciones de dinámica poblacional, se observó que la infestación de PDD en promedio, se inició a los 42 dds, alcanzando su nivel máximo a los 68 días y el intermedio de su descenso a los 83 dds, mostrando el período crítico del cultivo entre 40 y 70 dds.
- 3- La incidencia de lluvias y temperaturas mínimas inferiores a 15 °C estuvo relacionada con reducciones en los niveles de infestación de la PDD.
- 4- De dos evaluaciones de insecticida, los tratamientos clorfluazuron solo, clorfluazuron rotado con B.t. y cipermetrina + profenofos rotado con B.t. fueron los más efectivos en control de PDD y produciendo la mejor calidad producto y con menos costo que los otros productos evaluados. Sin embargo no se recomienda clorfluazuron para uso en crucíferas, hasta no hacer

evaluaciones sobre su toxicidad en humanos, además existe la probabilidad de desarrollo de resistencia.

- 5- El uso de B.t. como producto alternativo en un sistema de rotación, no disminuyó la eficacia sobre la plaga pero sí redujo en un 25% el costo de las aplicaciones.
- 6- La utilización de riego aéreo combinada con aplicación de insecticida dio mayor control y mejor calidad del producto, que el uso de individual del riego y el insecticida.
- 7- En los tratamiento de riego solo, comparado con tratamiento de insecticida solo, hubo el mismo nivel de control y calidad del producto, sin embargo el peso/cabeza fue mayor utilizando riego aéreo.
- 7- Líneas brillantes de Cornell mostraron mayores niveles de resistencia que las líneas no brillantes y los cultivares de uso local. Las líneas no brillantes procedentes de Cornell fueron más tolerantes que los cultivares testigo.
- 8- Hubo menos incidencia de PDD que en 'Green Boy'.
- 9- En la localidad de la EAP hubo mayor incidencia de PDD.

## IX. RECOMENDACIONES

- 1- Hacer evaluaciones de campo para determinar la duración del ciclo de la PDD, principalmente durante las primeras etapas del cultivo, en donde la plaga inicia su establecimiento y la probabilidad de causar impacto sobre la plaga es mayor.
- 2- Hacer estudios sobre niveles críticos de la plaga, a través de las estaciones del año, combinando con un sistema de rotación de insecticidas, que incluya, productos biológicos como Dipel, Javelín, VPN 80, VPN 82, Vertimec, y botánicos como el extracto de Neem.
- 3- Evaluar a nivel de pequeño agricultor la aplicabilidad de los sistemas de riego aéreo en combinación con control químico para el manejo de la PDD, principalmente sobre las horas de aplicación.
- 4- Continuar las evaluaciones sobre líneas resistentes a PDD, bajo las condiciones del agricultor.

## LITERATURA CITADA

- ABRAHAM, E. V., M.D. PADMANABAN. 1968. Bionomics and control of the Diamondback Moth. Plutella maculipennis Curtis, Indian J. Agric. Sci. 38:513-519.
- ANDALORO, J. T., A. M. SHELTON, and C. J. ECKENRODE. 1982. Seasonal abundance of lepidopterous larvae in commercial cabbage fields. Environ. Entomol. 11:144-146.
- ANDREWS K. L. y D. NAVAS. 1989. Relación entre la Plaga y el Cultivo. En Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura, el Estado Actual y Futuro. Cap. 8:130-132.
- ANDREWS, K. L. y J. R. QUEZADA. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro. Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 623 pp.
- ANKERSMIT, G. W. 1953. DDT resistance in Plutella maculipennis (Curt). lep. in. Java. Bull. Entomol. Res. 44:421-425.
- BAHLLA, O. P. and J. K. DUBEY. 1986. Bionomics of the Diamondback in the North Western Himalaya. In: S. Talekar and T.D. Griggs (eds). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwán.
- BALASUBRAMANIAM, A. 1974. Pesticide Pollution. Bull. Public. Health Soc. 8: 27-32.
- BIEVER, K.D., P. F. BOLDT. 1971. Continuous Laboratory Rearing of the Diamondback Moth and Related Biological data. Ann. Ent. Soc. Am. 64: 651-655.
- BLANCO M. 1987. Plan de Manejo Integrado de Plagas para el Cultivo de Repollo en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica 27 pp.
- BRETHERTON, R. F. 1982. Lepidoptera Immigration of the British Isles 1969 to 1977. Proc. Trans. British. Entomol. Nat. Hist. Soc. 15:98-110.
- CHALFANT, R. B. and C.H. BRETT. 1967. Interrelationship of Cabbage Variety, Season and Insecticide on Control of Cabbage Looper and Imported Cabbage Worm. J. Econ. Entomol. 60: 687-689.

- CARBALLO, M. R. y J. R. QUEZADA. 1987. Estudios del Parasitoides de Plutella xylostella L., Diadegma insulare (Cresson) en Costa Rica 5to. Congreso de Manejo Integrado de Plagas, AGMIP, Guatemala.
- CHELLIAH, S. and K. SRINIVASAN. 1985. Bioecology and Management of Diamondback Moth in India. In: S. Talekar and T.D. Griggs (eds). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwan. p. 62-64.
- CHENG, E. Y. 1986. The Cross Resistance, and Chemical Control of Diamondback Moth in Taiwan. In: S. Talekar and T. D. Griggs (eds). Diamondback Moth Management: Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwan. 329-345 pp.
- CHU, Y. 1985. The Migration of Diamondback Moth. In S. Talekar and T.D. Griggs (eds). Diamondback moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwan.
- CHUA, T. H. and B. H. LIM. 1977. Effect of Interplant Distance on the Distribution Pattern of Diamondback Moth, Plutella xylostella (L.) Among Host Plants. Malays. Appl. Biolog. 6:19-13.
- CORDERO, J. R. 1989. Parasitoides de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: plutellidae) en Cultivos de Repollo (Brassica oleracea var. capitata) en Honduras. Memoria de la XXXV Reunión del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras, C.A. (en impresión).
- DICKSON, M. H., and D. H. WALLACE. 1986. Cabbage Breeding. In. Breeding Vegetable Crops. Cap. 11:395-398.
- DICKSON, M. H. y C. J. ECKENRODE. 1986. Breeding for Diamondback Moth Resistance in Brassica oleracea. DMB Management. In: S. Talekar and T. D. Griggs (eds). Diamondback Moth Management: Proceedings of the First International workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwan.
- DICKSON, M. H. ECKENRODE, C. J. 1980. Breeding for Resistance in Cabbage and Cauliflower to Cabbage Looper, Imported Cabbage worm, and Diamondback Moth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:782-785.
- FRENCH, R. A. 1967. Long Distance Movement of two Migrant Lepidoptera in Relation to Synoptic Weather Conditions. Biometeorology 2:565-569.

- GUPTA, P.D. y A.J. THORSTEINSON. 1953. Food Plant Relationships of the Diamondback Moth (Plutella maculipennis (Curt.) I. Gustation and Olfaction in Relation to Botanical Specificity of the Larva. Ent. Exp. Appl. 3: 241-250.
- HARCOURT, D. G. 1954. The Biology and Ecology of the Diamondback Moth Plutella maculipennis (Curt.) in Eastern Ontario. Ph. D. Thesis. Cornell University.
- HARCOURT, D. G. 1986. Population Dynamics of the Diamondback Moth in Southern Ontario. In: S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwan. p. 7-9.
- HARCOURT, D. G. 1960. Biology of the Diamondback Moth Plutella maculipennis (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) In Eastern Ontario. III. Natural Enemies. Can. Entomol. 92:419-428.
- HARCOURT, D. G. 1957. Biology of Diamondback Moth, Plutella maculipennis (Curt.) (Lepidoptera: Plutellidae) in Eastern Ontario. II. Life-history, behavior, and host Relationship. Can. Entomol. 89: 554-564.
- HARDY, J. E. 1938. Plutella maculipennis Curt. Its Natural and Biological Control in England. Bull Entomol. Res. 29:343-372.
- HENDERSON, M. 1957. Insecticidal Control of the Diamondback Moth (Plutella xylostella Curt.) on Cabbage at Cameron Highlands Malayan. Agric. J. 40:275-279.
- HERRERA, C. 1988. Evaluación de Insecticidas para el Control de Plutella xylostella L., en Repollo. Tesis Ing. Agr. EAP. EL Zamorano, Honduras.
- HILLYER, R.J. and A.J. THORSTEINSON. 1969. The Influence of the Host Plant or Males on Ovarian Development or Oviposition in the Diamondback Moth, Plutella maculipennis (Curt.) Can. J. Zool. 47:805-816.
- HO, T. H. and K. V. Ny. 1970. Bacillus thuringiensis (Berliner) for the Control of Diamondback Moth in West Malaysia. Malaysian Agric. J. 47:313-279.
- HO, T.N. 1965. The Life History and Control of the Diamondback Moth in Malaya. Bull. Div. Agric. Malaya. No. 118:26.

- HOLLE M. J. 1988. Análisis de los Requisitos del Proceso de Producción de Brassicas con Enfoque en Repollo (Brassica oleracea var. capitata). CATIE. Costa Rica. 2-8.
- HUWE, W. B. 1972. Producción Comercial de Coliflores y Coles de Bruselas y otros Cultivos Afines. National Agric. Advisery Service. Gran Bretaña. 25-21.
- JAYARATHNAM, K. 1977. Studies on the Population Dynamics of the Diamondback Moth Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae) and Crop Loss due to the Pests in Cabbage. Ph. D. Thesis. Univ. of Agric. Sci. Bangalore.
- KOSHIHARA, T. 1986. Diamondback Moth and its Control in Japan. In. S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC. Shanhua, Taiwán. p. 43-54.
- LEI, S. L. and W. T. LEE. 1979. Studies on the Diamondback Moth Resistance to Commonly used Insecticides. J. Agric. China 28: 225-36. In S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwán.
- LIM, G. S. 1974. Integrated Pest Control in the Developing Countries of Asia. In. D. M. Dworkin (ed.). Environment and Development. Scope Misc. Publ., Indianapolis. 47-76.
- LIM, G.S., S.A. ONG and U. B. CHEAH, 1983. Environmental Hazards Associated with Pesticide Usage on Vegetables in Malaysia. In. Prac. Int. Conf. Inv. Has. Agrochem. Vol. I:372-392.
- LIM, G. S. 1988. Problems and Approach to Managing Diamondback Moth in Malaysia. Presentado en el Primer Taller Internacional de Repollo. EAP, El Zamorano, Honduras. (en imprenta).
- LIM, J. L. and C. K. KEE. 1986. The Status and Effectiveness of a Chitin Inhibitor, Iki 7899. in. Controlling Diamondback Moth in the Lowland and Highland Cabbages in Malaysia. In. S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwán.
- LOKKI, J., K. K. MÄLMESTRÖM and E. Suomalainen. 1978. Migration of Vanessa cardui and Plutella xylostella (Lepidoptera) to Spitsbergen in the Summer 1978. Mat. Entomol. 58:121-123.

- LUMABAN, M. D. and R. S. RAROS. 1973. Yield Responses of Cabbage and Mungo to Injury by Important Insect Pests in Relation to Insecticidal Control Efficiency. *Philipp. Entomol.* 2:445-452.
- MACKENZIE, J. M. B. 1958. Invasion of Diamondback Moth (Plutella maculipennis Curtis). *J. Econ. Entomol.* 91:247-250.
- MIP/CATIE. 1988. Guía para el Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Repollo. CATIE, Honduras. (en imprenta).
- MIYATA, T., H. KAWAI, and T. SAITO. 1983. Insecticide Resistance in the Diamondback Moth Plutella xylostella L. (Lepidoptera: plutellidae). *Appl. Ent. Zool.* 17:539-542.
- MONTES, A. 1982. El Cultivo de Repollo en los Valles de Comayagua y Siguatepeque. CATIE, Honduras. 24 p.
- OOI, A.C.P. 1979. Incidence of Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: plutellidae) and its parasite Apanteles plutellae Kurdj. (Hymenoptera: Braconidae) in Cameron Highlands, Malaysia. *Malays. Agric. J.* 52: 77-84.
- OOI, T. A. C. 1986. Diamondback Moth in Malaysia. In S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). *Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop.* AVRDC, Shanhua, Taiwán. p. 25-33.
- OVALLE, O. y R. D. CAVE. 1989. Determinación de Resistencia de Plutella xylostella L. (Lepidoptera: plutellidae) a Insecticidas Comunes en Honduras. Memoria de la XXXV Reunión del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras. (en imprenta).
- PRIECE, 1987. Vegetable Characteristics: Production and Marketing. 209-211.
- ROSARIO, C., and C. CRUZ. 1986. Life Cycle of Diamondback Moth Plutella xylostella (L). (Lepidoptera: plutellidae) in Puerto Rico. *Univ. Puerto Rico. J. Agric.* 70:229-233.
- RUIZ, J.R. 1988. Tablas de Vida y Evaluación de Perdidas en el Cultivo de Repollo (Brassica oleracea var. capitata) en la Zona de San Juan del Rancho, Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Agrón. EAP, El Zamorano, Honduras.

- SALINAS, P. J. 1977. Studies on the Ecology of the Diamondback Moth Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). 1 Description of Instar and World Distribution. Acta Biológica Venezuéllica. 9: 271-282.
- SALINAS, P. J. 1985. Studies on Diamondback Moth in Venezuela with reference to Other Latin American Countries. In: S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwán.
- SALINAS, P. J. 1986. Studies on the Ecology of the Larvae of Plutella xylostella (Linnaeus) (Lepidoptera: plutellidae) Life History. Costa Rica, Turrialba. Vol. 36. N.1 p: 130-134.
- SANCHEZ, J. R. y T. SALGADO. 1989. Evaluación de Residuos Químicos en Repollos Comercializados Durante la Epoca Lluviosa de 1988 en Honduras. Memoria de la XXXV Reunión del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras. (en imprenta).
- SECAIRA, E. y K. L. ANDREWS. 1987. El Cultivo de Repollo en Honduras. La Necesidad de Manejo Integrado de Plagas. EAP, El Zamorano, Honduras. Publicación MIPH-EAP. No. 109. 26 p.
- SECAIRA, J. E. y H. BARLETTA. 1987. Sondeo Agrosocioeconómico de las Zonas Productoras de Repollo en Siguatepeque y Lepaterique. EAP, El Zamorano, Honduras. Publicación MIPH-EAP No. 140. 6-8.
- SHELTON, A.M., J.A. RENWICK., M.H. DICKSON., K.L. ANDREWS., S.D. EINGENBRODE. 1988. Determination of the Chemical and Genetic Basis for Host Plant Resistance to Diamondback Moth in Brassica Crops. Full Proporsal for AID/Sci. Cornell university. 33 p.
- SINGH, S. P. and D. SINGH. 1982. Influence of Cruciferous Host Plants on the Survival and Development of Plutella xylostella L. J. Res. Punjab Agric. Univ. 19:100-104.
- SMITH, D. B. and M. K. SEARS. 1982. Evidence for Dispersal of Diamondback Moth Plutella xylostella (Lepidoptera: Plutellidae) in Southern Ontario. Proc. Entomol. Soc. Ent. 113: 21-28.
- STURTEVANT, E. 1919. Notes on Edible Plants. N. Y. State Agric. Exp. Stn. 127 th Annv. Rep. 2:1-686.
- TALEKAR, N. S. and S. T. LEE. 1985. Seasonality of Insect Pests of Chinese Cabbage and Common Cabbage in Taiwán. Plant Prot. Bull. (Taiwán) 17: 47-52.

- TALEKAR, N. S., S. T. LEE, and S. W. HUANG. 1986. Intercropping and Modification of Irrigation Method for the Control of Diamondback Moth. pp. 145-151.
- TALEKAR, N.S. 1986. Biological Control in Diamondback Moth in Farmers' Fields. 1986. In Proceeding of a Home a Garden Workshop. AVRDC. (Unpublished)
- THYGESEN 1968. Insect Migration over Long Distance Ugeskr. Agron. In. S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamond back Moth Management. Proceedings of the First Intern International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwan. 8:115-120
- VASQUEZ, L. A. 1988. Tablas de Vida y Evaluación de Muestreos en el Cultivo de Repollo (Brassica oleracea var. capitata). Tesis Ing. Agron. EAP, EL Zamorano, Honduras.
- VISHAKANTAIHA, M. and B. L. VISWESWARA. 1975. Record of Plutella xylostella L., as a New Pest of Amaranthus viridis in Karnataka. Curr. Sci. 44: 869.
- YAMADA. H. and K. KAWASAKI. 1983. Efect of the Temperature and Humidity on the Development, Fecundity and Multiplication of the Diamondback Moth, Plutella xylostella L. In. S. Talekar and T.D. Griggs (eds.). Diamondback Moth Management Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwan. Cap 5: 53.
- YUWONO, S. 1975. Effects of Pesticides on Cabbage Pest Plutella maculipennis Curt. and its Parasite Angitia cerophaga (Geav). In. S. Talekar and T.D. Griggs (eds). Diamondback Moth Management. Proceedings of the First International Workshop. AVRDC, Shanhua, Taiwan. 35.